

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente

INTEGRAÇÃO DE PAINÉIS SOLARES TÉRMICOS SOLUÇÕES DE PÓS-CONSTRUÇÃO

Ana Sofia Guerra Madeira

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, perfil de Gestão e Sistemas Ambientais.

Orientador: Prof. Doutor João Joanaz de Melo

**Lisboa
2010**

AGRADECIMENTOS

Tal como é necessária energia para um painel solar funcionar, também foi necessária muita energia para realizar este trabalho.

Assim, não posso deixar de expressar os meus sinceros agradecimentos a todos os que me acompanharam ao longo deste percurso, em especial ao meu orientador Joanaz de Melo, pela oportunidade concedida, pela dedicação, orientação e preocupação durante a realização do trabalho; ao Arq.^o Luís Rosmaninho, pelas ideias concedidas; aos meus pais, irmã e Bruno, pela paciência, apoio e carinho; à Eng.^a Ana Silva, que me forneceu informação fulcral para a elaboração desta tese sempre que necessitei; à Eng.^a Susana Belo, da Certif; à Joana Freitas, da APISOLAR; ao Prof. Doutor Manuel Collares Pereira, da AoSol; ao André Cruz, da Vulcano; à minha prima Paula Cambóias, pela ajuda de última hora; a todos os que me responderam prontamente e independentemente do intenso fluxo de trabalho aos meus inquéritos; e, por último, mas não menos importante, aos meus amigos e colegas, pela amizade reconfortante, sobretudo à Ana Claro e Ana Filipa Quinas, pelo apoio moral incondicional. A todos um agradecimento muito especial pela dedicação e ajuda indispensável na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Nas sociedades contemporâneas a energia assume um papel determinante. O aumento do consumo energético das últimas décadas, sentido sobretudo nos países desenvolvidos e resultante, em grande parte, do sector doméstico, tem provocado problemas na gestão de alguns recursos, nomeadamente dos recursos fósseis. A ineficiência energética neste sector conduz, assim, à necessidade de se apostar em energias alternativas.

O sector das energias renováveis, em particular da energia solar térmica, possui um grande potencial para reduzir a dependência externa de Portugal face aos combustíveis fósseis. A Medida Solar Térmico 2009 (MST 2009), que se traduziu na atribuição de incentivos económicos para a aquisição de painéis solares térmicos, foi uma das medidas governativas pensadas para reduzir os gastos energéticos no sector dos edifícios contribuindo, simultaneamente, para a criação de emprego e para o crescimento económico. Porém, esta medida governativa não foi suficiente.

Esta tese tem como principal objectivo retratar o actual panorama da energia solar térmica para aquecimento de águas sanitárias em Portugal, do ponto de vista das empresas de fabrico, comercialização e instalação. Além disso, pretendem-se sistematizar os tipos de problemas inerentes à instalação de painéis solares térmicos em casos de pós-construção e propor soluções de integração, de forma a minimizar o seu impacte.

Assim, realizaram-se inquéritos e entrevistas, efectuou-se um levantamento fotográfico e analisou-se a viabilidade da instalação de sistemas solares térmicos, de forma a cumprir o objectivo proposto.

Da análise realizada, pode concluir-se que é importante que se aposte na formação e responsabilização de todos os intervenientes no fabrico, comercialização e instalação de painéis solares térmicos; que a actual legislação seja clarificada e simplificada; que sejam desenvolvidos programas de análise de sistemas solares térmicos mais eficazes e representativos da realidade; que se recorram a equipas multidisciplinares de forma a obter bons resultados em termos energéticos (eficiência do sistema) e de integração arquitectónica dos equipamentos nos edifícios; e que se desenvolvam estruturas e/ou entidades que possibilitem o acompanhamento e a monitorização dos sistemas e equipamentos solares térmicos.

Deste estudo, concluiu-se que as empresas estão pouco sensibilizadas para a certificação dos seus produtos. Além disso, o tempo de garantia concedido aos clientes e a responsabilidade pelo desmantelamento e manutenção dos equipamentos solares térmicos não estão devidamente estabelecidos. Por outro lado, há que desenvolver mais meios e instrumentos para a prática da actividade dos técnicos instaladores, apostar em novos meios de apoio ao cliente, mais eficazes e duradouros, e promover a continuidade da MST 2009, alargando-a aos edifícios colectivos multifamiliares.

ABSTRACT

In modern societies energy assumes an essential role. The exponential raise of energy consumption in the last decades, felt mainly in the developed countries and largely resulting from the domestic and residential areas, has been raising problems in the management of some resources, namely fossil. The inefficiency of energy in this sector thus leads to the need to focus on alternative energy.

The sector of renewable energies, in particular the solar thermal energy, is of great importance in what concerns the Portuguese external dependence to the fossil fuel. The “Medida Solar Térmico 2009” (MST 2009), which advocates economical incentives to the acquisition of thermal solar panels, is one of the governmental measures which aim to reduce the energy spending in buildings and simultaneously contributes to creating jobs and to the economical growth. However, this government measure wasn't enough.

This thesis aims mainly to portray the current picture of solar thermal for domestic hot water in Portugal, in terms of companies manufacturing, marketing and installation. Besides, it also aims to systematize the kinds of problems inherent in the installation of solar thermal panels in cases of post-construction and to propose solutions for integration in order to minimize its impact.

Thus, surveys and interviews were carried out as well as a photographic survey and the feasibility of installing solar thermal systems was analyzed, in order to meet the proposed target. From the analysis, it can be concluded that it is important to put the emphasis on training and accountability of those involved in the manufacture, marketing and installation of solar thermal panels; that the current legislation should be clarified and simplified; that programs for solar thermal analysis more effective and representative of reality should be developed; that multidisciplinary teams should be used in order to obtain good results in terms of energy (system efficiency) and architectural integration of equipment in buildings; and that structures and / or entities that enable the monitoring of solar thermal systems and equipment should be developed.

In this study, we concluded that the companies lack awareness of the certification of their products. In addition, the warranty period granted to customers and the responsibility for decommissioning and maintenance of solar thermal equipment are not properly established. On the other hand, there's the need to develop further means and instruments to the practice of technical installers, to engage on new ways of customer service, more effective and lasting, and promote continuity of MST 2009, extending it to collective multifamily buildings.

ÍNDICE DE MATÉRIAS

Agradecimentos	iii
Sumário	v
Abstract	vi
Índice de Matérias	vii
Índice de Figuras	ix
Índice de Tabelas	xi
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objectivos e âmbito de aplicação	3
1.3 Organização	4
2. Revisão de Literatura	5
2.1 Âmbito da revisão	5
2.2 Ambiente e sustentabilidade	5
2.2.1 Ambiente e sustentabilidade	5
2.2.2 Políticas ambientais e sustentabilidade no processo construtivo	7
2.2.3 Construção e ambiente	10
2.2.4 Construção sustentável	11
2.2.5 Exemplos de construção sustentável na Europa	13
2.2.6 Exemplos de construção sustentável em Portugal	14
2.2.7 Boas práticas de construção e reconstrução	17
2.3 Tecnologia da energia solar térmica	19
2.3.1 Processos de transformação	19
2.3.2 Tipos de equipamentos	20
2.3.3 Aplicações	23
2.3.4 Constituição dos equipamentos e sistemas	26
2.4 Legislação e políticas no âmbito do solar térmico	30
2.4.1 Regulamento das características de comportamento térmico dos edifícios (RCCTE)	30
2.4.2 Novo código dos contratos públicos (CCP)	32
2.4.3 Análise da legislação	33
2.4.4 Medida Solar Térmico 2009 e Programa “chave-na-mão” do Governo	35
2.5 Mercado do solar térmico	40
2.5.1 Eficiência energética e desenvolvimento do solar térmico	40
2.5.2 Projectos internacionais	43
2.5.3 Projectos nacionais	45
2.5.4 Associações e sociedades	46
2.5.5 Certificação	46
2.5.6 Boas práticas na aquisição, instalação e manutenção de painéis solares térmicos	49
2.6 Integração dos equipamentos solares térmicos nos edifícios	52
2.7 Lacunas de informação	56
3. Metodologia	57
3.1 Metodologia geral	57

3.2	Análise de bibliografia	57
3.3	Levantamento fotográfico de sistemas solares térmicos em Portugal	57
3.4	Realização de inquéritos a empresas de painéis solares térmicos.....	58
3.5	Entrevistas a empresas de painéis solares térmicos, à APISOLAR e à Certif.....	59
3.6	Estudos de viabilidade de instalação de equipamentos solares	59
4.	Resultados e Discussão.....	61
4.1	Levantamento fotográfico de sistemas solares térmicos em Portugal	61
4.2	Inquérito às empresas de painéis solares térmicos	66
4.3	Estudos de viabilidade de instalação de equipamentos solares	87
5.	Recomendações	101
5.1	RCCTE	101
5.2	Medida Solar Térmico 2009	101
5.3	SolTerm.....	101
5.4	Integração dos equipamentos nos edifícios	102
5.5	Instalação em edifícios colectivos e/ou multifamiliares	105
5.6	Certificação	106
5.7	Garantia.....	106
5.8	Responsabilidade pelo desmantelamento e manutenção.....	107
5.9	Meios e instrumentos utilizados pelos instaladores	107
5.10	Serviços de apoio ao cliente	107
5.11	Materiais utilizados.....	107
5.12	Síntese das principais recomendações.....	108
6.	Conclusões	109
6.1	Síntese	109
6.1.1	Panorama energético e recurso ao solar térmico.....	109
6.1.2	Levantamento fotográfico	109
6.1.3	Inquérito às empresas do ramo do solar térmico	110
6.1.4	Estudos de viabilidade de instalação de equipamentos solares térmicos.....	111
6.1.5	Recomendações e conclusões finais	113
6.2	Cumprimento dos objectivos	114
6.3	Desenvolvimentos futuros	115
	Referências Bibliográficas.....	117
	Apêndice A.....	125
	Apêndice B.....	133
	Apêndice C.....	137
	Apêndice D.....	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura nº 2. 1 – Energia primária por sector e desagregação do consumo nos edifícios (Fonte: Domingos e Tirone, 2008)...	7
Figura nº 2. 2 – Emissões de CO ₂ associada ao sector dos edifícios (Fonte: Adaptado de Domingos e Tirone, 2008).....	7
Figura nº 2. 3 – Consumo de energia para aquecimento de águas no sector doméstico (Fonte: Castanheira, 2002).	8
Figura nº 2. 4 – Fundação SANYO Ecopension (Fonte: Construlink, 2006).	14
Figura nº 2. 5 – Edifício da Brisa (Fonte: Construlink, 2006).....	15
Figura nº 2. 6 – Fachada principal do Solar XXI (Fonte: Construlink, 2006).	16
Figura nº 2. 7 – Localização dos colectores solares e painéis fotovoltaicos no INETI (Fonte: Construlink, 2006).....	16
Figura nº 2. 8 – Tipos de permutadores (Fonte: a, b, c: Almeida e Costa, 2009; d: Bowman, 2009).....	29
Figura nº 2. 9 – Mapa da radiação solar na Europa e em Portugal (Fonte: Portal das Energias Renováveis, 2009a).	41
Figura nº 2. 10 – Mercado Solar Térmico (Fonte: Portal das Energias Renováveis, 2009a).	41
Figura nº 2. 11 – Procedimento para a certificação dos painéis solares (Fonte: Água Quente Solar, 2009b).....	49
Figura nº 2. 12 – Cobertura solar das necessidades de água quente durante o ano (Fonte: Construlink, 2005).....	53
Figura nº 2. 13 e Figura nº 2. 14 – Pannel solar térmico esteticamente integrado no telhado (Fonte: AREAL, 2008).....	53
Figura nº 2. 15 e Figura nº 2. 16 – Soluções inestéticas e perigosas (Fonte: AREAL, 2008).	54
Figura nº 2. 17 – Norma EN 12775: Sistemas Solares Térmicos (Fonte: Joyce, 2009).....	55
 Figura nº 3. 1 – Metodologia geral.....	57
 Figura nº 4. 1 – Fachada do edifício do INETI (painéis fotovoltaicos).	61
Figura nº 4. 2 – Conjunto de 8 CPC instalados em série num dos telhados do INETI.	62
Figura nº 4. 3 e Figura nº 4. 4 – Conjunto de 8 CPC instalados em série num dos telhados do INETI (vista posterior) e pormenor da ligação entre dois CPC (suporte metálico).	62
Figura nº 4. 5 – Conjunto de 24 CPC instalados em série num outro telhado do INETI.	62
Figura nº 4. 6 e Figura nº 4. 7 – Conjunto de 3 CPC na zona técnica da escola e traçado de linhas por onde passam as tubagens que ligam os colectores ao depósito acumulador.	63
Figura nº 4. 8 e Figura nº 4. 9 – Pannel solar térmico do tipo “kit” com sistema termossifão instalado no telhado do edifício de serviços da GEBALIS (vista frontal e posterior).	64
Figura nº 4. 10 e Figura nº 4. 11 – Pannel solar térmico do tipo “kit” com sistema termossifão instalado no telhado do edifício de serviços da GEBALIS (vista lateral) e pormenor da descrição do depósito acumulador.	64
Figura nº 4. 12 e Figura nº 4. 13 – Conjunto de 112 painéis solares térmicos.	65
Figura nº 4. 14 e Figura nº 4. 15 – Parte posterior dos vários painéis solares térmicos e pormenor da estrutura metálica de suporte.	65
Figura nº 4. 16 e Figura nº 4. 17 – Integração de pannel solar térmico por circulação forçada com deficiente integração estética.	66
Figura nº 4. 18 – Melhores soluções para a instalação de sistemas solares em edifícios colectivos de serviços (ex: hotéis) e edifícios multifamiliares.	68
Figura nº 4. 19 – Número de empresas que fazem parte do programa “chave-na-mão” do governo.	72
Figura nº 4. 20 – Factores que conduzem ao descrédito da população face ao desenvolvimento do solar térmico.	73
Figura nº 4. 21 – Incentivos que conduzem ao aumento da procura.	75
Figura nº 4. 22 – Tempo de garantia concedido ao cliente.	76
Figura nº 4. 23 – Número de empresas que recebem reclamações durante o período de garantia dos equipamentos.	76
Figura nº 4. 24 – Percentagens de reclamações.	77
Figura nº 4. 25 – Tipos de preocupações ambientais assumidas pelas empresas no decurso da sua actividade.	78
Figura nº 4. 26 – Responsabilidade pelo desmantelamento e manutenção dos equipamentos solares.	79
Figura nº 4. 27 – Comparação entre os tipos de painéis solares fabricados e comercializados, por função do pannel.	80
Figura nº 4. 28 – Relação entre o tipo de painéis solares térmicos fabricados e comercializados, por tipo de pannel.	80
Figura nº 4. 29 – Número e percentagem dos equipamentos com proveniência nacional e internacional.	83
Figura nº 4. 30 – Meios e instrumentos utilizados pelos técnicos de instalação para a prática da sua actividade.	84
Figura nº 4. 31 – Entidades que atribuíram o CAP aos instaladores.	84
Figura nº 4. 32 – Meios utilizados para o apoio ao cliente.	85
Figura nº 4. 33 – Número de empresas que concorda, ou não, com o actual critério de instalação de painéis solares térmicos.	86
Figura nº 4. 34 – Número de edifícios por pavimento (Fonte: Adaptado de INE, 2002).	88
Figura nº 4. 35 – Número de edifícios principalmente residenciais por número de pavimentos (Fonte: Adaptado de INE, 2002).	88
Figura nº 4. 36 – Número de ocupantes por alojamento clássico como residência habitual (Fonte: Adaptado de INE, 2002).	89
Figura nº 4. 37 – Número de edifícios com necessidade de reparação na cobertura (Fonte: Adaptado de INE, 2002).	90

Figura nº 5. 1 – a) Painel solar térmico em telhado plano; b) telhado inclinado; c) painel integrado em telhado inclinado; d) painel colocado sobre a fachada (Fonte: Vulcano, 2008).	102
Figura nº 5. 2 – Painéis solares térmicos instalados em telhado inclinado (Fonte: Velux, 2009).	103
Figura nº 5. 3 e Figura nº 5. 4 – Instalação de painéis solares térmicos combinados com janelas VELUX (Fonte: Velux, 2009).	103
Figura nº 5. 5 – Instalação de painéis com sistema de circulação forçada sobre telhado plano (Fonte: Inovafiel, 2007). ..	104
Figura nº 5. 6 – Instalação de painéis com sistema termossifão sobre telhado plano (Fonte: Inovafiel, 2007).	104
Figura nº 5. 7 – Instalação de painéis com sistema de circulação forçada sobre telhado inclinado (Fonte: Inovafiel, 2007).	105
Figura nº 5. 8 – Instalação de painéis solares térmicos por termossifão na cobertura de um edifício multifamiliar (Fonte: Benedito <i>et al.</i> , 2010)	106
Figura A 1 – Inquérito às empresas do ramo da energia solar (fabrico, venda e manutenção).	125
Figura A 2 – Inquérito às empresas do ramo da energia solar (fabrico, venda e manutenção) (continuação).	126
Figura A 3 – Inquérito às empresas do ramo da energia solar (fabrico, venda e manutenção) (continuação).	127
Figura A 4 – Inquérito às empresas do ramo da energia solar (fabrico, venda e manutenção) (continuação).	128
Figura A 5 – Inquérito às empresas do ramo da energia solar (fabrico, venda e manutenção) (continuação).	129
Figura A 6 – Inquérito às empresas do ramo da energia solar (fabrico, venda e manutenção) (continuação).	130
Figura C 1 – Tabela de preços de equipamentos solares térmicos do tipo termossifão.	137
Figura C 2 – Tabela de preços de equipamentos solares térmicos do tipo circulação forçada.	138
Figura C 3 – Orçamento cedido pela Vulcano para edifício colectivo de quatro pisos (24 inquilinos).	139
Figura C 4 – Orçamento cedido pela Vulcano para edifício colectivo de sete pisos (42 inquilinos).	140

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela nº 2. 1 – Boas práticas de construção em novas construções (Fonte: Ferreira, 2007).....	18
Tabela nº 2. 2 – Tipos de colectores utilizados para diferentes temperaturas (Fonte: Greenpro, 2004).....	20
Tabela nº 2. 3 – Utilizações da energia solar (Fonte: Energaia, 2010).....	24
Tabela nº 2. 4 – Sectores e processos industriais com recurso a energia solar (Fonte: Greenpro, 2004).....	26
Tabela nº 2. 5 – Requisitos para fornecimento, instalação e manutenção (Fonte: APISOLAR, 2009b).....	37
Tabela nº 2. 6 – Vantagens de aquisição dos equipamentos solares (Fonte: Portal do Governo Português, 2009).....	37
Tabela nº 2. 7 – Subsídios (Fonte: Portal do Governo Português, 2009).....	38
Tabela nº 2. 8 – IRS e IVA (Fonte: Portal do Governo Português, 2009).....	38
Tabela nº 2. 9 – Estatísticas do Solar Térmico no ano de 2009 (Fonte: APISOLAR, 2009a).....	43
Tabela nº 2. 10 – Projectos na área dos painéis solares a nível internacional.....	44
Tabela nº 2. 11 – Projectos na área dos painéis solares a nível nacional.....	45
Tabela nº 4. 1 – Ramo (s) de actividade (s) das empresas.....	67
Tabela nº 4. 2 – Soluções de instalação de sistemas solares em edifícios colectivos de serviços (ex: hotéis).....	69
Tabela nº 4. 3 – Soluções de instalação de sistemas solares em edifícios colectivos multifamiliares.....	69
Tabela nº 4. 4 – Comentários das empresas acerca da instalação de sistemas solares em edifícios.....	70
Tabela nº 4. 5 – Soluções propostas pelas empresas acerca da integração estética dos equipamentos.....	71
Tabela nº 4. 6 – Comentários relativos ao aumento da procura de equipamentos solares térmicos.....	73
Tabela nº 4. 7 – Incentivos que podem contribuir para o aumento da energia solar.....	75
Tabela nº 4. 8 – Processo de certificação dos produtos e empresas.....	75
Tabela nº 4. 9 – Causas de reclamação durante o período de garantia.....	77
Tabela nº 4. 10 – Preocupações ambientais das empresas.....	78
Tabela nº 4. 11 – Factores relevantes no fabrico e para a aquisição de equipamentos solares térmicos.....	82
Tabela nº 4. 12 – Meios utilizados para dar apoio ao cliente.....	85
Tabela nº 4. 13 – Critérios de instalação de painéis solares térmicos – empresas de manutenção/instalação.....	86
Tabela nº 4. 14 – Critérios de instalação de painéis solares térmicos – empresas de fabrico/produção.....	86
Tabela nº 4. 15 – Soluções de integração estética dos painéis solares nos edifícios.....	87
Tabela nº 4. 16 – Critério do RCCTE relativo à instalação de 1 m ² de painel solar por habitante.....	87
Tabela nº 4. 17 – Número de edifícios por tipo de edifício (Fonte: Adaptado de INE, 2002).....	88
Tabela nº 4. 18 – Tipo de cobertura dos edifícios (Fonte: Adaptado de INE, 2002).....	89
Tabela nº 4. 19 – Posicionamento dos edifícios em relação ao posicionamento dos edifícios adjacentes (Fonte: Adaptado de INE, 2002).....	91
Tabela nº 4. 20 – Noções e procedimentos efectuados para interpretação dos resultados do SolTerm.....	92
Tabela nº 4. 21 – Pressupostos utilizados – Edifício tipo.....	93
Tabela nº 4. 22 – Dados do equipamento e sistema solar.....	93
Tabela nº 4. 23 – Pressupostos utilizados – Edifício tipo.....	94
Tabela nº 4. 24 – Dados do equipamento e sistema solar – Caso de estudo.....	94
Tabela nº 4. 25 – Dados do equipamento e sistema solar – Colector padrão (RCCTE).....	94
Tabela nº 4. 26 – Pressupostos utilizados – Edifício tipo.....	96
Tabela nº 4. 27 – Dados do equipamento e sistema solar.....	96
Tabela nº 4. 28 – Pressupostos utilizados – Edifício tipo.....	96
Tabela nº 4. 29 – Dados do equipamento e sistema solar.....	97
Tabela nº 4. 30 – Pressupostos utilizados – Edifício tipo.....	97
Tabela nº 4. 31 – Dados do equipamento e sistema solar.....	97
Tabela nº 4. 32 – Pressupostos utilizados – Edifício tipo.....	98
Tabela nº 4. 33 – Dados do equipamento e sistema solar.....	98
Tabela nº 5. 1 – Síntese das principais recomendações.....	108
Tabela A 1 – Tipos de colectores solares térmicos fabricados e correspondentes percentagens de facturação.....	131
Tabela A 2 – Tipos de colectores solares térmicos vendidos e correspondentes percentagens de facturação.....	131
Tabela A 3 – Número de respostas para cada valor da escala de classificação durante a fase de fabrico.....	131
Tabela A 4 – Número de respostas para cada valor da escala de classificação considerada durante a aquisição de painéis solares pelo cliente (na óptica dos vendedores).....	132
Tabela B 1 – Número de edifícios e percentagem, segundo o número de pavimentos e alojamentos e por tipo de edifício (Fonte: Adaptado de INE, 2002).....	133

Tabela B 2 – Número de alojamentos clássicos, ocupados como residência habitual, segundo o número de pessoas residentes (Fonte: Adaptado de INE, 2002).	134
Tabela B 3 – Número de edifícios, segundo o número de pavimentos, por tipo de cobertura (Fonte: Adaptado de INE, 2002).	135
Tabela B 4 – Número de edifícios, segundo a época de construção, por principais tipos de cobertura (Fonte: Adaptado de INE, 2002).	135
Tabela B 5 – Número de edifícios, segundo a época de construção com necessidade de reparação (Fonte: Adaptado de INE, 2002).	135
Tabela B 6 – Percentagem de edifícios, segundo a época de construção com necessidade de reparação (Fonte: Adaptado de INE, 2002).	136
Tabela B 7 – Número de edifícios, segundo a época de construção, pelo posicionamento e altura relativa face aos edifícios adjacentes (Fonte: Adaptado de INE, 2002).	136
Tabela D 1 – Balanço energético mensal e anual – Caso Butano.	141
Tabela D 2 – Parâmetros operacionais e económicos – Caso Butano.	141
Tabela D 3 – Síntese de resultados da análise – Caso Butano.	141
Tabela D 4 – Análise de rentabilidade – Caso Butano.	142
Tabela D 5 – Relatório Ambiental – Caso Butano.	142
Tabela D 6 – Parâmetros operacionais e económicos – Caso Gás Natural.	142
Tabela D 7 – Síntese de resultados da análise – Caso Gás Natural.	142
Tabela D 8 – Análise de rentabilidade – Caso Gás Natural.	142
Tabela D 9 – Relatório Ambiental – Caso Gás Natural.	142
Tabela D 10 – Balanço energético mensal e anual – Caso de estudo.	143
Tabela D 11 – Balanço energético mensal e anual – Colector padrão.	143
Tabela D 12 – Parâmetros operacionais e económicos.	143
Tabela D 13 – Síntese de resultados da análise.	144
Tabela D 14 – Análise de rentabilidade.	144
Tabela D 15 – Relatório Ambiental.	144
Tabela D 16 – Balanço energético mensal e anual.	144
Tabela D 17 – Parâmetros operacionais e económicos.	145
Tabela D 18 – Síntese de resultados da análise.	145
Tabela D 19 – Análise de rentabilidade.	145
Tabela D 20 – Relatório Ambiental.	145
Tabela D 21 – Balanço energético mensal e anual.	146
Tabela D 22 – Parâmetros operacionais e económicos.	146
Tabela D 23 – Síntese de resultados da análise.	146
Tabela D 24 – Análise de rentabilidade.	146
Tabela D 25 – Relatório ambiental.	147
Tabela D 26 – Balanço energético mensal e anual.	147
Tabela D 27 – Parâmetros operacionais e económicos.	147
Tabela D 28 – Síntese de resultados da análise.	147
Tabela D 29 – Análise de rentabilidade.	148
Tabela D 30 – Relatório Ambiental.	148
Tabela D 31 – Balanço energético mensal e anual.	148
Tabela D 32 – Parâmetros operacionais e económicos.	148
Tabela D 33 – Síntese de resultados da análise.	149
Tabela D 34 – Análise de rentabilidade.	149
Tabela D 35 – Relatório Ambiental.	149

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

A actual dependência externa de Portugal face aos combustíveis fósseis, esgotáveis e poluentes, e a necessidade do cumprimento das actuais medidas de redução dos gases com efeito de estufa, incita ao recurso a energias abundantes e renováveis, que contribuam eficazmente para o melhoramento do actual panorama energético.

Portugal, face a outros países, possui um enorme potencial para o aproveitamento de energias renováveis, em concreto a energia solar térmica. Na verdade, Portugal é o país europeu com o maior número de horas de Sol por ano, aproximadamente 3000 horas de Sol por ano, que representam quase o dobro das 1750 horas anuais da média europeia (Vulcano, 2008).

O sector dos edifícios é, actualmente, responsável por cerca de 50% dos gastos em energia primária — 16% resultantes dos edifícios residenciais e 34% dos edifícios de serviços (Domingos e Tirone, 2008) — e o consumo de energia para aquecimento de águas no sector doméstico é o mais elevado (25%), a seguir à climatização (Castanheira, 2002) sendo, por isso, essencial que sejam criadas condições que permitam o desenvolvimento e a disseminação da energia solar em Portugal.

Por outro lado, a urgência na criação e adopção de tecnologias alternativas associa-se a uma nova atitude face ao desenvolvimento sustentável. Estas tecnologias podem encarar-se como uma inovação na arquitectura e na construção, visto sugerirem uma ruptura com a utilização indiscriminada da natureza e dos recursos e fontes naturais, estabelecendo que a natureza e o homem devem estar no centro (Isoldi *et al.*, 2009).

O sector empresarial é, assim, determinante para atingir elevados níveis de sucesso na divulgação e implementação de práticas que conduzam a uma gestão energética mais eficiente e em harmonia com o conceito de sustentabilidade. Desta forma, é vital que todas as empresas estejam suficientemente esclarecidas e, sobretudo, receptivas à inovação e à adopção de novas técnicas de produção, comercialização e instalação de equipamentos solares térmicos contribuindo, fortemente, para a criação de produtos com mais qualidade, durabilidade, eficiência e estética.

Uma das estratégias para atingir este objectivo é a adopção do conceito de *biomimetismo*, proposto por Janine Benyus, que determina que as soluções para minimizar os efeitos da construção encontram-se na própria natureza. Esta teoria tem subjacente conceitos de poupança de recursos, utilização eficiente de energia e materiais, protecção dos habitats, compra local de produtos, isto é, conceitos de sustentabilidade e respeito pelos ecossistemas (Benyus, 1997).

Um outro factor que não deve ser descurado resulta da necessidade de adoptar práticas de

reconstrução que respeitem o património arquitectónico e patrimonial de Portugal. Tendo em conta que a necessidade de remodelação e restauração de um edifício pode traduzir-se numa elevada potencialidade para a instalação de equipamentos para aproveitamento de energia solar, é importante que sejam adoptadas metodologias que não comprometam a integridade dos edifícios, a nível arquitectónico, histórico e, também, de segurança.

Actualmente, já existem exemplos construtivos que se coadunam com elevados níveis de sustentabilidade e é importante que esses exemplos sejam encarados como possíveis metas para todas as novas construções e/ou reconstruções, através da identificação dos seus pontos fortes e das suas fragilidades.

A obrigatoriedade da instalação de painéis solares térmicos em casos de profundas remodelações e restaurações na envolvente ou nas instalações de preparação de águas quentes sanitárias de edifícios de habitação e de serviços sem sistemas de climatização centralizados é, presentemente, obrigatória. Contudo, a necessidade de pequenas intervenções e remodelações nos edifícios deve encarar-se, também, como uma oportunidade para a instalação destes equipamentos.

Desta forma, é importante que o mercado da energia solar esteja consolidado e seja suficientemente versátil para que qualquer cidadão, ou grupo de cidadãos, possa adquirir, de uma forma informada e segura, este tipo de equipamentos. Assim, é importante que estes se adaptem facilmente às diferentes exigências e características dos edifícios.

Porém, e durante um longo período de tempo, a ausência de regulamentação e de fiscalização na indústria dos painéis solares possibilitou a entrada no mercado de produtos de baixa qualidade, conduzindo a um descrédito generalizado na população. Na verdade, o mercado do solar térmico foi alvo de inúmeras dificuldades advindas de um fraco desenvolvimento em termos tecnológicos, custos elevados, inexistentes e/ou ineficazes incentivos económicos, más instalações e falta de manutenção dos equipamentos.

Contudo, actualmente, a maioria dos países tecnologicamente desenvolvidos já possui referenciais normativos para o fabrico e instalação de painéis solares térmicos e já estão estabelecidos critérios rigorosos de qualidade para a sua homologação, de acordo com a legislação nacional e europeia. O caso português não é excepção e Portugal já possui normas específicas para os colectores solares, instalações solares térmicas e seus componentes.

Por outro lado, a actual legislação obriga à implementação de painéis solares térmicos em edifícios novos e em edifícios antigos, quando sujeitos a intervenções de remodelação e restauração. Concretamente, o D.L. que aprova o RCCTE, e que estabelece as regras a incluir no projecto de todos os edifícios de habitação e dos edifícios de serviços que não possuam sistemas de climatização centralizados, refere a obrigatoriedade da instalação de colectores solares, além de outras exigências.

Em sequência da actual legislação foi implementada, no ano passado, a Medida Solar Térmico 2009 (MST2009), a qual se traduziu na atribuição de subsídios e benefícios fiscais para a aquisição de painéis solares térmicos a consumidores particulares, nas suas residências e, sobretudo, em casas usadas. Posteriormente, a medida foi alargada às Instituições Particulares de Solidariedade Social (IPSS) e a Clubes ou Associações Desportivas de Utilidade Pública (ADUP). Além disso, numa fase inicial, o programa estava direccionado apenas para o Regime Geral, restrito a grandes empresas. No entanto, mais tarde, o âmbito de aplicação foi alargado a um Regime PME, para que empresas mais pequenas pudessem beneficiar igualmente do incentivo.

Assim, a legislação vigente sobre a obrigatoriedade da instalação de painéis solares térmicos, os incentivos económicos para a aquisição deste tipo de equipamentos e os inúmeros projectos e programas desenvolvidos nesta área, têm facilitado o esclarecimento da população face ao solar térmico e à sua expansão. Na verdade, a instalação de painéis solares térmicos não deve ser apenas uma recente obrigação legislativa. Deve ser também uma preocupação de todos os cidadãos, de uma forma individual e intrínseca, e do sector empresarial, de forma a aproveitar as inúmeras vantagens da utilização de uma energia limpa, gratuita e abundante, transformando qualquer um de nós num potencial produtor de energia.

Desta forma, pode dizer-se que o panorama do solar térmico começa a apresentar-se mais positivo. Além disso, têm vindo a ser criadas mais e melhores condições para a promoção e aplicação deste tipo de tecnologias no mercado actual, quer para uso particular, industrial e/ou social.

Sucintamente, esta tese reuniu e compilou informação relativa ao solar térmico e à integração arquitectónica destes equipamentos nos edifícios, considerando vários pontos de vista e envolvendo diversos actores, de forma a incluir interesses económicos, ambientais e arquitectónicos.

1.2 Objectivos e âmbito de aplicação

Este trabalho tem como principal objectivo sistematizar os tipos de problemas inerentes à instalação de painéis solares térmicos em casos de pós-construção e propor soluções de integração para as várias tipologias de edifícios, de forma a minimizar o seu impacte. Pretende-se, em suma, contribuir para a sensibilização dos actores do sector da energia solar para a importância desta integração.

Além disso, irá procurar-se apresentar o actual panorama da energia solar térmica para aquecimento de águas sanitárias (AQS) em Portugal, sobretudo do ponto de vista das empresas de fabrico, venda e instalação, pelo facto desta ser, actualmente, uma tecnologia com alguma maturidade e possuir uma capacidade de aplicação no mercado actual elevada (facilidade de aquisição e manutenção e preço acessível). Porém, serão também abordadas outras tecnologias que utilizem este tipo de energia de modo a apresentar todo o seu potencial.

1.3 Organização

De seguida é apresentada a organização geral deste trabalho:

- No capítulo 1 faz-se um enquadramento geral do tema, apresentam-se os objectivos, o âmbito de aplicação e a organização do trabalho;
- No capítulo 2 apresentam-se os resultados da pesquisa de informação efectuada e relacionada com a energia solar térmica para AQS e com a sua instalação e integração nos edifícios (tecnologia, mercado, intervenientes); apresentam-se também outros temas que permitem criar pontes e linhas de raciocínio em torno do tema central do trabalho e são abordadas tecnologias que conjuguem a produção de águas quentes sanitárias com outros sistemas (ex.: climatização) ou utilizem telhas solares;
- No capítulo 3 apresenta-se a metodologia aplicada e que se baseia na realização de inquéritos e entrevistas a empresas e actores envolvidos no sector do solar térmico, no levantamento fotográfico de situações reais e que traduzem o tipo de instalações feitas actualmente e no estudo da viabilidade da instalação de colectores solares térmicos em edifícios-tipo;
- No capítulo 4 apresentam-se os resultados e a discussão;
- No capítulo 5 apresentam-se as principais recomendações;
- No capítulo 6 apresentam-se as conclusões deste trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Âmbito da revisão

Numa primeira fase faz-se um enquadramento ao nível da temática da sustentabilidade e do processo construtivo em geral, incluindo o tema da construção sustentável e das boas práticas de construção e reconstrução. Segue-se uma breve descrição das tecnologias e dos equipamentos existentes e em desenvolvimento no sector; da legislação e de algumas políticas relacionadas com o sector do solar térmico, incluindo a Medida Solar Térmico 2009; do mercado, nomeadamente no que diz respeito à eficiência energética e desenvolvimento do solar térmico, aos projectos nacionais e internacionais, ao processo de certificação e às boas práticas relativas à aquisição, instalação e manutenção dos equipamentos; e das práticas de integração de painéis solares térmicos em edifícios. Para tal, recorreu-se a informação electrónica, a literatura diversa, a manuais de entidades ligadas ao sector da energia e do solar térmico, a documentos e artigos e a outros tipos de informação que, não directamente relacionados com a temática, permitiram criar pontes de ligação e desenvolver raciocínios.

Relativamente às tecnologias do sector do solar térmico é de referir porém que, e de acordo com o tema central deste trabalho, toda a pesquisa foi direccionada para o aquecimento de águas sanitárias, ainda que sejam referidas, sucintamente, outras tecnologias.

2.2 Ambiente e sustentabilidade

2.2.1 Ambiente e sustentabilidade

A palavra ambiente, do latim *ambiente*, define-se como: “1. Que anda ou está à roda dos corpos ou dos seres. 2. Diz-se do ar que nos rodeia, do ar que se respira. 3. Relativo ao meio físico, social ou moral em que se vive. S. m. 1. O círculo em que vivemos. 2. O meio físico e outras condições que rodeiam os corpos ou os seres. 3. Lugar, sítio; espaço” (Moderno Dicionário da Língua Portuguesa, 1985).

Assim, a palavra ambiente não permite avaliar qual a dimensão e o meio abordado, nem os seus limites. Esta dificuldade na abordagem do plano de acção da palavra ambiente é a sua verdadeira essência. O “ambiente” não é apenas alguma coisa, algum lugar, é tudo. Na componente ambiental pode ser tratado como “o meio físico e outras condições que rodeiam os corpos ou os seres”, mas na verdade o ambiente físico não pode ser descrito como algo inerte e sem pontos de ligação com outros “ambientes”. Um problema ambiental tem tanto de ambiental, como de político, governativo e social.

O termo sustentabilidade é um termo relativamente recente e que teve origem noutros termos já existentes. Segundo a Wikipedia, 2009b “É um conceito sistémico relacionado com a continuidade dos

aspectos económicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana. Propõem-se a ser um meio de configurar a civilização e as actividades humanas, de tal forma que a sociedade, os seus membros e as suas economias possam preencher as suas necessidades e expressar o seu maior potencial no presente, e ao mesmo tempo preservar a biodiversidade e os ecossistemas naturais, planeando e agindo de forma a atingir a pro-eficiência na manutenção indefinida desses ideais”.

O adjectivo *sustentável*, resultante do verbo *sustentar*, significa “Que se pode sustentar, manter ou defender” (Moderno Dicionário da Língua Portuguesa, 1985).

Assim, um ambiente sustentável é um ambiente que tem inerente preocupações de preservação e conservação, de forma a manter o equilíbrio.

O conceito de desenvolvimento sustentável surge, pela primeira vez, quando a Comissão Mundial da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED) apresentou um documento intitulado “Our Common Future”, que ficou conhecido como Relatório Brundtland. Segundo este, traduz-se no “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades” (Wikipedia, 2009a).

Da Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, resultaram acordos acerca da necessidade de conciliar desenvolvimento económico com bem-estar e preservação dos recursos naturais. Essa conferência alertou para a necessidade de preservar os recursos para as gerações futuras e para a necessidade dos problemas do foro ambiental serem encarados numa dimensão global. Contudo, numa primeira fase, e para que os objectivos desta conferência fossem atingidos, foi necessário trabalhar os diferentes problemas a diferentes escalas. Na verdade, problemas ambientais são problemas multi-sectoriais e que devem ser encarados e tratados como tal. Assim, em sequência desta ideia surge a Agenda 21 (Schmidt *et al.*, 2005).

A Agenda 21 despoleta uma nova abordagem no modo de encarar o modelo de desenvolvimento vigente nos países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento. Traduz-se num programa que objectiva a participação de todos, pretendendo atingir um patamar de compatibilidade entre aquilo que se produz, o que se consome e os recursos existentes.

A nível urbano, a Agenda 21 Local possui um papel de destaque rumo ao caminho para a sustentabilidade. Na verdade, em 1994, foi realizada em Aalborg, com o intuito de promover os Planos de Acção das Agendas 21 Locais, a primeira Campanha Europeia das Cidades Sustentáveis, denominada Carta de Aalborg. Esta carta contribuiu para o arranque de um plano estratégico europeu direccionado para um desenvolvimento sustentado e sustentável nas zonas urbanas, apoiado em políticas de sustentabilidade local (Schmidt *et al.*, 2005).

O conceito de construção sustentável surge, assim, como um dos caminhos possíveis, se não o mais importante e complexo, em direcção a uma sustentabilidade local, regional, nacional e global e que

estimula uma participação pública activa e esclarecida.

2.2.2 Políticas ambientais e sustentabilidade no processo construtivo

Nas sociedades contemporâneas a energia ocupa um papel fulcral e determinante para o crescimento económico. Não obstante, o aumento exponencial do consumo energético das últimas décadas, sentido sobretudo nos países desenvolvidos e resultante, em grande parte, do sector residencial e doméstico, tem provocado problemas na gestão de alguns recursos, nomeadamente dos recursos fósseis.

Segundo Domingos e Tirone, 2008, o sector dos edifícios é responsável por cerca de 50% dos gastos em energia primária, em que 16% são resultantes dos edifícios residenciais e 34% dos edifícios de serviços (figura nº 2.1).

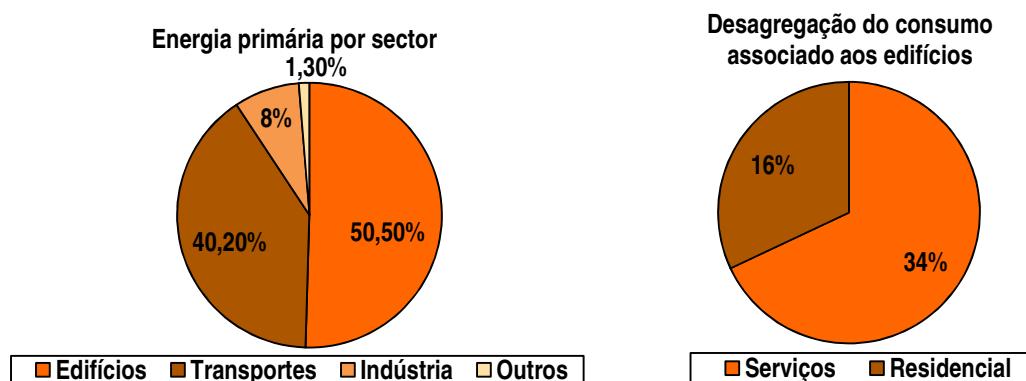


Figura nº 2. 1 – Energia primária por sector e desagregação do consumo nos edifícios (Fonte: Domingos e Tirone, 2008).

Por sua vez, os edifícios representam igualmente uma fracção de cerca de 58% de emissões de CO₂, como pode ser observado no gráfico da figura nº 2.2.

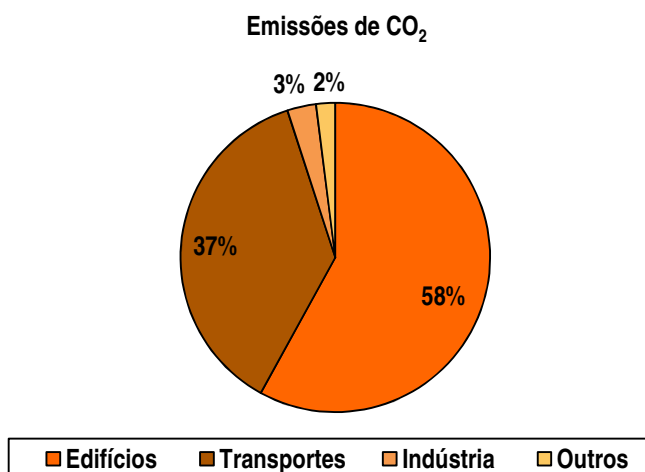


Figura nº 2. 2 – Emissões de CO₂ associada ao sector dos edifícios (Fonte: Adaptado de Domingos e Tirone, 2008).

Na União Europeia o consumo de energia para aquecimento de águas no sector doméstico apresenta os valores percentuais mais elevados (25%) a seguir à climatização, a qual detém uma percentagem

de 57% do consumo energético (figura nº 2.3).

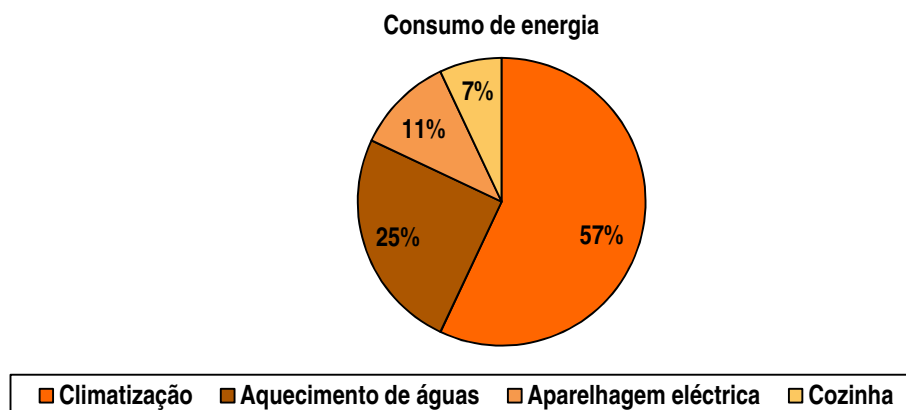


Figura nº 2. 3 – Consumo de energia para aquecimento de águas no sector doméstico (**Fonte:** Castanheira, 2002).

Pela análise da figura nº 2.3, 25% do consumo de energia resulta do aquecimento de águas. Logo, o recurso a colectores solares pode contribuir para a redução substancial desse valor. Além disso, a energia solar é um recurso endógeno gratuito que contribui para poupanças significativas e para a redução das emissões de CO₂. Em termos globais anuais, os sistemas solares térmicos podem satisfazer entre 50 a 80% das necessidades de aquecimento de água, produzindo em média entre 500 a 850 kWh/m² de energia (Água Quente Solar, 2004).

Segundo Domingos e Tirone, 2008, como estratégias energético-ambientais da política externa, prevê-se como meta a redução de 20% das emissões de GEE, o contributo de 20% de energias renováveis e o aumento da eficiência em 20%. A política nacional define o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética, cuja meta de desempenho para 2015 se traduz na redução de consumo de energia primária em 10% e redução da factura energética em 1% por ano. Como política regional a CCDR-LVT desenvolveu a Estratégia LISBOA 2020 prevendo-se a quantificação dos fluxos gerados na região de Lisboa e Vale do Tejo e o consequente estabelecimento de metas de desempenho. As metas energéticas para a cidade de Lisboa são condicionadas pelo cumprimento dos objectivos fixados a nível da UE para 2020 e pelo Governo Português para 2015. Assim, a redução energética incidirá, sobretudo, nos sectores com mais impacte em termos energéticos, tais como o sector dos edifícios (residenciais e de serviços) e dos transportes rodoviários.

O sector da construção, que inclui a construção e remodelação de edifícios, caracteriza-se por um elevado gasto energético, que se traduz na energia que é utilizada durante todo o processo de construção, directa e indirectamente; e a energia utilizada durante todo o ciclo de vida do edifício que inclui processos de restauração, manutenção e restauração (Pinheiro, 2006).

Na verdade, todo o processo construtivo conduz, necessariamente, a alterações no meio onde é implementado e na sua envolvente. Estas alterações ou impactes assumem diversas formas consoante o espaço em que se encontram, podendo ser positivas ou negativas. Segundo Benyus, 1997, as

soluções para que os efeitos da construção sejam minimizados encontram-se na própria natureza. Para Benyus é nos sistemas naturais que sobrevivem ao longo dos tempos que se encontram as soluções mais plausíveis. A sua teoria baseia-se na defesa do *biomimetismo*, a qual tem subjacente conceitos de poupança de recursos, utilização eficiente de energia e materiais, protecção dos habitats, compra local de produtos, ou seja, conceitos de sustentabilidade e respeito pelos ecossistemas.

Assim, e no âmbito do desenvolvimento sustentável, surge a Agenda 21 Local que, segundo Schmidt *et al.*, 2005, é “um plano de acção em permanente redefinição e negociação que põe em marcha uma estratégia e um programa de desenvolvimento sustentável local”, possuindo metodologias que visam a flexibilidade, a cooperação, a participação, a pedagogia e o dinamismo. Neste âmbito, a temática da construção sustentável detém um papel importante.

O CIB (Conseil International du Bâtiment International ou Council for Research and Innovation in Building Construction) tem sido um dos principais impulsionadores no que diz respeito à pesquisa e cooperação internacional relativamente a edifícios e construções. Esta organização possui diversos grupos de trabalho direccionados para a área ambiental, tais como a concepção para a durabilidade, conservação de energia no ambiente construído, fornecimento de água e drenagem e ambiente interno. Além disso, em 1999, adoptou a Agenda 21 sobre construção sustentável visando uma interligação entre as agendas internacionais, nacionais e locais nesta temática (CIB, 1999).

Por outro lado, a sustentabilidade de um edifício depende de alguns parâmetros, nomeadamente parâmetros ambientais, económicos, sociais e culturais (Construção Sustentável, 2008).

Esta sustentabilidade pode ser alcançada de diversas formas: aumentando o ciclo de vida das construções, o que se traduz numa diminuição do consumo de materiais; reduzindo os materiais novos nas novas construções, que conduz à diminuição do consumo de materiais naturais; reduzindo os gastos de energia de habitabilidade, que resulta numa diminuição dos gastos de combustíveis; reduzindo os gastos de água de habitabilidade, que origina uma diminuição dos gastos de combustíveis; reduzindo os consumos associados aos produtos industriais, que diminui o consumo de materiais; e recuperando os impactes na natureza, reduzindo-os ao máximo (ex: aproveitar os produtos de demolições, depositando-os para futuras utilizações) (Pinheiro, 2006).

Assim, e de forma a adoptar medidas imediatas e acções permanentes para a sustentabilidade foi assinada, em Tóquio, durante a conferência SB05, a 29 de Setembro de 2005, a declaração de acção para a sustentabilidade, por mais de mil e setecentos participantes de oitenta países diferentes. Esta reconheceu o impacte resultante das práticas construtivas actuais e o resultado do seu contributo para problemas ambientais a nível global, como as alterações climáticas (Pinheiro, 2006).

Desta forma, é importante que se recorram a práticas mais responsáveis na construção (ex: equipamentos solares térmicos para AQS) que minimizem o recurso a combustíveis fósseis. “O solar

térmico é uma solução muito próxima da própria construção do edifício, sendo quase passiva, mesmo quando é activa. Por isso, na regulamentação aparece associada ao RCCTE e não ao RSECE, o que significa que a água quente deve poder ser generalizada a todos os edifícios, tenham ou não sistemas de aquecimento/arrefecimento” (Fernandes, 2009).

2.2.3 Construção e ambiente

Desde os tempos mais remotos que o ser humano tem como umas das suas principais necessidades básicas a necessidade de protecção do meio exterior, de abrigo, de alojamento. Na teoria de Maslow as necessidades do ser humano encontram-se escalonadas mediante uma pirâmide cuja base representa as necessidades primárias do ser humano, e sem as quais dificilmente sobrevive, e no topo as necessidades secundárias.

Tendo em conta esta teoria motivacional, na base da pirâmide encontram-se as necessidades fisiológicas, seguidas das necessidades de segurança, consideradas necessidades primárias. As necessidades sociais, as necessidades de estima e as necessidades de auto-realização seguem-se às anteriores e representam as necessidades secundárias (Gouveia e Baptista, 2007).

As necessidades de segurança, em particular a necessidade de abrigo e de habitação, encontram-se num patamar bastante baixo da pirâmide representando, por esse motivo, uma necessidade vital do ser humano, que deve ser encarada de uma forma integrada e multidisciplinar, obedecendo a uma nova atitude face ao desenvolvimento e baseando-se na adopção de tecnologias alternativas.

Estas tecnologias podem considerar-se como uma inovação na arquitectura e na construção, visto proporem uma ruptura com o uso indiscriminado da natureza e dos recursos e fontes naturais, baseando-se numa nova postura e ética, centrada na natureza e no homem (Isoldi *et al.*, 2009).

Muitas destas tecnologias alternativas têm a sua origem na história da construção e da arquitectura. No entanto, o uso de dispositivos, equipamentos e materiais específicos desenvolvidos através de pesquisas científicas ao longo das últimas décadas tem proporcionado alternativas de captação e novas possibilidades de utilização destas tecnologias. Essas tecnologias podem ser inovações na construção, mas inovações assentes e direccionadas dentro de um novo paradigma: o paradigma emergente da pós-modernidade, holístico, ecológico. São inovações multiculturais, abertas a novas configurações de conhecimento e de tolerância. Trata-se de uma tecnologia que visa a sustentabilidade na construção, mais justa e ecologicamente comprometida, podendo ser viabilizada na prática e promover uma mais saudável e feliz vida humana e das suas comunidades (Isoldi *et al.*, 2009).

Assim, construção e ambiente devem caminhar lado a lado, para que ambos atinjam um ponto de equilíbrio, contribuindo para a obtenção de um tecido urbano mais responsável.

2.2.4 Construção sustentável

Resultante do conceito de sustentabilidade e inerente a um tecido urbano sustentável surge o conceito de construção sustentável. Na verdade, nenhuma cidade dita sustentável poderá sê-lo se o seu edificado não incluir padrões de construção que respeitem a gestão eficiente dos recursos, a diminuição e tratamento dos resíduos e a minimização dos gastos energéticos. Porém, este conceito incluiu-se numa ideia de sustentabilidade fraca, pelo facto de o capital natural e o capital artificial serem substituíveis (Antunes, 2004). Na verdade, os princípios aplicados para atingir uma construção sustentável não estão (presentemente e, provavelmente, no futuro) isentos de repercussões no capital natural, ainda que sejam tomadas medidas que visem contrariar esta tendência. Assim, o gasto desmesurado dos recursos, esgotáveis e poluentes, no sector dos edifícios pode conduzir a que estes não estejam disponíveis no futuro para as gerações vindouras.

O conceito de construção sustentável baseia-se no desempenho dos edifícios e não está associado a qualquer estilo arquitectónico. Esse desempenho pode ser maximizado caso se integrem nos edifícios as melhores tecnologias e se as adaptem ao contexto climático, cultural e de mercados locais, através de medidas passivas e/ou activas (Tirone, 2007a). Porém, e ainda que, actualmente, o conceito de construção sustentável já seja facilmente reconhecido, na prática, os seus princípios não são aplicados. Assim, no âmbito da construção, têm sido desenvolvidas metodologias direccionadas para uma construção mais eficiente e duradoura e com benefícios económicos e ambientais.

Porém, qualquer construção visará o lucro, mas o conceito de construção sustentável inclui a necessidade desse não ser obtido à custa de prejuízos ambientais. O facto de um edifício possuir materiais duráveis e abundantes na natureza, utilizar recursos renováveis e energias limpas e reduzir os resíduos inerentes à sua construção e desmantelamento pode implicar, inicialmente, maiores gastos económicos, mas que a médio e longo prazo serão revertidos. A maior durabilidade de um edifício possui vantagens económicas e ambientais, quer pela diminuição de gastos com a construção de edifícios substitutos, quer pela redução dos resíduos inerentes ao desmantelamento.

No que diz respeito aos obstáculos na área da construção, refere-se a necessidade da obtenção de informação fundamentada em áreas como a eficiência energética, emissões dos edifícios, materiais utilizados, assim como da determinação exacta das características do edificado, salientando-se que grande parte da cadeia produtiva neste sector é dominada por pequenas empresas, com poucos conhecimentos na área do ambiente (Pinheiro, 2006).

Segundo a OCDE, 2001, e resultante do seminário da OCDE e da IEA sobre políticas para edifícios sustentáveis, realizado em Paris, concluiu-se que era fundamental que se apostassem em instrumentos não regulamentares económicos e informativos e em políticas afectas a edifícios novos e existentes.

Assim, e de forma a apoiar e avaliar a construção sustentável, criaram-se instrumentos de avaliação. Estes instrumentos variam consoante o país onde são aplicados. Em Portugal, os instrumentos utilizados têm vindo a ser desenvolvidos no Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura do Instituto Superior Técnico e, eventualmente, são aplicados sistemas como o LEED, o Green Building Tool (GB Tool) do IISBE e o BREEAM (Martinho, 2006).

O sistema LiderA (Liderar pelo Ambiente para a construção sustentável) é uma marca registada a nível nacional e foi desenvolvida por Manuel Duarte Pinheiro no Instituto Superior Técnico. Este sistema tem-se destacado na área dos sistemas de avaliação e reconhecimento voluntário da construção sustentável e do ambiente construído. Baseia-se num sistema de avaliação de níveis de desempenho ambiental e sustentabilidade a que são atribuídos diferentes valores, sendo a “A++” a classe com melhor desempenho e a “E” com o menor (LiderA, 2009).

Estes instrumentos de avaliação são importantes na medida em que, durante a implementação de práticas construtivas ambientalmente sustentáveis, não existiam meios reais de validação da qualidade ecológica dos edifícios. Esta inexistência levou à criação de “falsos” edifícios sustentáveis, constatando-se que “os países que estavam a implementar projectos mais ecológicos e sustentáveis, não possuíam meios para verificar a efectiva dimensão ambiental dos mesmos, surgindo mesmo situações em que construções ditas ecológicas acabavam, na perspectiva de ciclo de vida, por ter maiores consumos energéticos do que os usuais” (Silva, 2004).

Esta dubiedade traduz a verdadeira problemática que existe em torno da construção e de outras temáticas da sociedade. Não basta alterar os processos actuais de construção, há que avaliar se essas alterações se traduzem em verdadeiras melhorias em termos ambientais e se são, efectivamente, comprovadas. Os sistemas de avaliação são, assim, uma forma de contrariar esta tendência, permitindo avaliar o desempenho ambiental dos edifícios perante uma lista de critérios.

Contudo, ainda que existam inúmeros sistemas de avaliação e de reconhecimento da sustentabilidade dos edifícios (importantes meios de padronização de formas de actuação), ainda são verificadas muitas lacunas, quer na formação dos técnicos, quer na indiferença por parte dos dirigentes. Além disso, os materiais utilizados e as técnicas aplicadas ainda não obedecem a padrões de sustentabilidade. Porém, já existem em Portugal e no resto do mundo alguns exemplos de construções ditas sustentáveis, ainda que no âmbito de uma sustentabilidade fraca.

Os códigos políticos em vigor, os planos estratégicos de actuação e os programas e projectos sobre esta temática são fulcrais para estabelecer metas e adquirir conhecimentos que visem a efectiva aplicação das medidas estabelecidas. Mas, para que esta acção obtenha melhores resultados é necessária uma intervenção participativa por parte das autoridades nacionais, das autoridades regionais, da UE e de todos os cidadãos em geral.

2.2.5 Exemplos de construção sustentável na Europa

A análise de exemplos construtivos positivos permite observar quais os métodos utilizados para atingir elevados níveis de sustentabilidade na construção. Por outro lado, serve também de exemplo para novas construções identificando os seus pontos fortes, que devem ser reproduzidos, e as suas fragilidades, que devem ser evitadas.

Nos últimos anos têm-se assistido a uma preocupação crescente na construção de edifícios auto-sustentáveis. Contudo, na prática, ainda não se identificam muitas construções cujas características reflectam uma preocupação com a redução dos materiais e energia, com a durabilidade da construção, com a escolha de materiais ecológicos, com o enquadramento paisagístico e com a minimização dos impactes ambientais. Continua a assistir-se a um aumento exponencial do tecido construtivo independentemente de, actualmente, o edificado habitacional português ser bastante superior às necessidades da população.

Gauzin-Müller, 2002, descreve algumas habitações que, pelas suas características de construção, podem ser consideradas bons exemplos e que recorrem, na maioria dos casos, a colectores solares para AQS. Estas habitações apresentam, além da gestão e conforto energético, características de construção sustentável ao nível da gestão da água e energia, da estrutura, dos materiais de construção e da própria concepção do tecido construtivo e do seu enquadramento paisagístico.

Na verdade, um baixo consumo energético nos edifícios passa, necessariamente, pela redução do consumo relacionado com o aquecimento, ventilação, climatização, refrigeração, iluminação, gestão automatizada dos edifícios e produção de água quente sanitária (Gauzin-Müller, 2002).

Um exemplo descrito por Gauzin-Müller, 2002, e que inclui vários tipos de energias renováveis, é o liceu Leonardo da Vinci, em Calais, em França. Este liceu possui um equipamento especial constituído por um programa de aquecimento e de climatização, ventilação de duplo fluxo com recuperador de calor, caldeira de gás com condensador, sistema Héliopac para as águas quentes sanitárias nas cozinhas, painéis fotovoltaicos, moinho eólico e sistema de recuperação da água da chuva. Todo o planeamento do edifício visa a fomentação de uma autonomia nas necessidades de água, iluminação artificial, aquecimento e ventilação. Além disso, todo o liceu possui um sistema informático que permite gerir os gastos energéticos consoante a sua ocupação.

A fundação SANYO Ecopension, com o objectivo de preservar o ambiente, fundou um edifício ambientalmente sustentável (figura nº 2.4) e que teve como principal meta mostrar ao mundo a importância de uma energia limpa. De notar, porém, que o conceito de sustentabilidade referido insere-se num conceito de sustentabilidade fraca, já definido anteriormente.



Figura nº 2. 4 – Fundação SANYO Ecopension (Fonte: Construlink, 2006).

Este edifício possui 5046 baterias solares que geram 630 kW e a energia total produzida neste edifício é de 530000 kW, que equivale a 128610 L de petróleo anuais (Construlink, 2006).

A água mantém-se limpa através de um sistema criado pela SANYO, em que a água é eletrizada de forma a produzir ácido hipoclorídrico, limpando-a constantemente e prevenindo, em simultâneo, a Legionella, sem o recurso a detergentes ou químicos (Construlink, 2006).

Além disso, este edifício tem uma particularidade muito interessante do ponto de vista da sustentabilidade social e cultural. Possui um laboratório que, além de promover experiências e participações no âmbito das ciências, ambiente e energia, foi concebido para ser um fórum onde os visitantes, corporações e o próprio *staff* possam interagir e aprender (Construlink, 2006). A educação ambiental é assim uma das grandes valias deste edifício.

2.2.6 Exemplos de construção sustentável em Portugal

Ainda que Portugal esteja, actualmente, numa situação embrionária quanto à disseminação de práticas construtivas ditas sustentáveis, procura-se cada vez mais adoptar este conceito nos novos edifícios. Assim, são cada vez mais os técnicos, arquitectos, engenheiros e as próprias empresas a procurarem soluções mais ecológicas e sustentáveis já se observando alguns, ainda que insuficientes, bons exemplos construtivos.

Como exemplos de construção sustentável em Portugal, e segundo dados da Construlink, 2006, serão apresentados o edifício da Brisa e o edifício do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI).

A BRISA, tendo decidido investir na área da sustentabilidade, tomou a iniciativa de construir um edifício sustentável para alojar o seu novo centro de coordenação operacional (figura nº 2.5).



Figura nº 2. 5 – Edifício da Brisa (Fonte: Construlink, 2006).

Em termos energéticos o trabalho de arquitectura integrou colectores solares nas três fachadas expostas ao Sol, criando condições de climatização auto-suficientes e de reduzido impacto ambiental. Como o calor resultante dos equipamentos é elevado, as necessidades energéticas de climatização são necessariamente de arrefecimento, levando à necessidade da adopção de um sistema de arrefecimento por ciclo de absorção, recorrendo à energia solar coincidente no tempo com as próprias necessidades de utilização.

Os circuitos hidráulicos subjacentes à produção, armazenagem e alimentação das unidades de climatização foram individualizados por fachadas, recorrendo-se ao sistema de ida invertida, facultando um equilíbrio natural dos caudais de água através dos colectores e reduzindo as perdas de calor. Os circuladores de água são dedicados a cada orientação solar e têm velocidade variável em função de um algoritmo de cálculo que inclui vários parâmetros: a temperatura da água à saída dos colectores e as temperaturas da água no fundo e no topo dos dois depósitos de água quente.

O circuito de alimentação do *chiller* de absorção, assim como o circuito de dissipação de calor através da torre de arrefecimento são realizados a caudal constante.

Os circuitos de distribuição de água quente e refrigerada desde os depósitos até às unidades de climatização terminais são realizados a quatro tubos e com variação de caudal. As bombas estão instaladas para captar a energia solar para o circuito primário de água quente/refrigerada, para a alimentação da unidade de absorção, para o arrefecimento da unidade de absorção e para os circuitos secundários de água refrigerada e de água quente.

A sala de operações é abastecida através de um sistema por deslocamento vertical armazenando uma massa de ar quente junto à cobertura. Esta, apesar de estar sombreada no exterior pelos colectores solares, tem propensão para atingir temperaturas susceptíveis de provocarem radiação de calor, desconfortável para os ocupantes da sala. Para contornar esta situação adoptou-se um sistema de arrefecimento da laje de cobertura que funciona através do aproveitamento do ar rejeitado pelo edifício ou através do ar exterior em função das respectivas temperaturas.

Já o departamento de Energias Renováveis do Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI) está sediado num edifício – o Solar XXI – que representa um bom exemplo de construção sustentável, do ponto de vista de uma sustentabilidade fraca. Este edifício foi concebido pelo arquitecto Pedro Cabrita com o apoio do programa *Prime*. O Solar XXI é, assim, um exemplo de utilização eficiente da energia e do recurso a sistemas de conforto térmico em edifícios (figura nº 2.6 e figura nº 2.7).



Figura nº 2. 6 – Fachada principal do Solar XXI (**Fonte:** Construlink, 2006).

A fachada do edifício é coberta por painéis reluzentes e todo o edifício é repleto de sistemas fotovoltaicos e colectores solares térmicos que garantem o aquecimento e arrefecimento do edifício, a iluminação, o aquecimento de águas sanitárias e energia para os equipamentos e computadores, em cerca de 70%.



Figura nº 2. 7 – Localização dos colectores solares e painéis fotovoltaicos no INETI (**Fonte:** Construlink, 2006).

O edifício possui uns painéis electrónicos que se encontram dentro do edifício e no seu exterior e que permitem ver a temperatura e as emissões de dióxido de carbono evitadas, desde o ano de 2005, altura em que o projecto entrou em funcionamento.

Além disso, a cobrir o parque de estacionamento, no exterior do edifício, situa-se um conjunto de painéis fotovoltaicos produtores de electricidade para injectar na rede comum do INETI.

2.2.7 Boas práticas de construção e reconstrução

O processo construtivo possui uma série de metodologias e instruções que condicionam o sucesso do resultado final. A execução do projecto inclui a escolha dos materiais, a elaboração de plantas, o traçado das respectivas especialidades e o respectivo licenciamento, o qual deveria, à partida, ser suficiente para avaliar a viabilidade ou não da construção. Contudo, nem sempre isto sucede, verificando-se a construção de edifícios pouco sustentáveis e em localizações que provocam impactes negativos no terreno.

Actualmente, e tendo em conta o património arquitectónico e patrimonial de Portugal, as práticas reconstrutivas são essenciais para preservar inúmeros edifícios que representam a História de Portugal. Tendo em conta que essas práticas se traduzem numa elevada potencialidade para a instalação de sistemas solares para AQS e que a actual legislação obriga à implementação de painéis solares térmicos em casos de profundas remodelações e alterações na envolvente e instalações de águas sanitárias em edifícios de habitação e de serviços sem sistemas de climatização centralizados, é vital que se respeitem algumas normas e práticas de construção e reconstrução.

Assim, de seguida, descrevem-se alguns tópicos de boas práticas de construção e reconstrução nos edifícios, de acordo com Ferreira, 2007:

- Na **fase de projecto**, além das considerações relativas ao lugar, devem antecipar-se possíveis modificações com vista a uma reutilização ou ampliação. Além disso, a estrutura do edifício deve ser simples, os serviços devem estar estrategicamente distribuídos e deve existir uma boa acessibilidade a reparações, manutenção ou remoção de elementos;
- Na **fase de construção**, devem considerar-se a energia incorporada e os impactes ambientais dos métodos e técnicas de construção e dos materiais utilizados. Deve optar-se por elementos pré-fabricado e/ou desmontáveis; evitar-se a inter-penetração de materiais e elementos; utilizarem-se juntas secas; usarem-se componentes e materiais duráveis, ecológicos e recicláveis; e reciclarem-se os desperdícios e outros poluentes de obra;
- A **utilização** do edifício deve ser viabilizada através de certificação e da monitorização da sua eficiência energética e da qualidade do ar interior. Assim, deve ser facultado ao utilizador um guia de utilização, onde se indique o uso adequado de equipamentos, de energia e de recursos e se alerte para a redução de emissões poluentes para a água, solo e ar. Nesta fase a manutenção e a reparação devem ser mínimas e a limpeza deve ser feita com materiais ecológicos e de baixo impacto ambiental;
- No caso de **reutilização**, esta só será viável se o edifício tiver sido projectado para ser flexível e adaptável. De contrário, quando o edifício for considerado obsoleto, é iniciado o seu desmantelamento

assegurando-se, sempre que possível, a separação e reciclagem de materiais, componentes e restantes desperdícios.

Quando a reabilitação do edifício não é possível, ao iniciar-se uma nova construção, devem ter-se em consideração alguns tópicos observados na tabela nº 2.1.

Tabela nº 2. 1 – Boas práticas de construção em novas construções (Fonte: Ferreira, 2007).

- A protecção e aproveitamento das características locais;
- A orientação solar;
- A volumetria, número de pisos, orientação do edifício, privilegiando a iluminação natural e a ventilação passiva;
- As proporções entre aberturas para o exterior (vãos) e superfícies opacas da fachada, tendo em vista a distribuição de luz natural, o aquecimento e o arrefecimento passivos;
- A optimização de luz natural nos espaços habitáveis;
- O controlo de encandeamento e do sobreaquecimento, especialmente nas fachadas a Este e Oeste;
- A criação de dispositivos de ensombramento exteriores (estores, persianas, palas ou recuos nas fachadas);
- A utilização do lado a Norte para as instalações sanitárias, circulações e arrecadações;
- A energia incorporada nos materiais de construção bem como o impacte ambiental por estes causados, as emissões tóxicas e a facilidade da sua reciclagem e reutilização;
- A utilização de estrutura resistente (betão, aço ou madeira) e envolvente exterior, considerando o seu impacte ambiental;
- O plano de gestão ambiental em obra (fase de estaleiro);
- A utilização da inércia térmica da construção para amortecer as flutuações da temperatura interior;
- A produção combinada de calor e electricidade para reduzir a utilização de energia primária;
- A escolha de caixilharias que tenham o melhor desempenho;
- A aplicação de vidros duplos, de capacidade baixo emissiva;
- O isolamento do edifício pelo exterior, uma vez que assim se consegue uma maior capacidade térmica útil;
- A utilização de material de isolamento sustentável;
- A evacuação de águas superficiais no local e a utilização de sistemas fechados de tratamento de água poluída;
- Assegurar acessibilidade a condutas, tubos e fios, com tampas amovíveis e ligações desmontáveis;
- O dimensionamento das tubagens colocadas nas paredes de modo a facilitar a substituição de fios eléctricos entubados;
- O desenho de pormenor de forma a evitar as pontes térmicas;
- Recorrer a revestimentos de coberturas de longa duração, revestimentos de pavimento mais espessos, aglomerados de madeira com baixo teor de formaldeído, massas de estuque à base de gesso e tintas de água e/ou acrílicas;
- Dar preferência a materiais de origem local;
- Optar por sistemas de encaixe evitando colas e soldas para uma maior facilidade de desmonte para reutilizar ou reciclar;
- Prever reencaminhamento e reaproveitamento das águas para autoclismos e descargas não potáveis;
- Prever a manutenção correcta do edifício após construído;
- Efectuar cálculos de desempenho energético do edifício;
- Desenvolver manual de utilização do edifício.

2.3 Tecnologia da energia solar térmica

2.3.1 Processos de transformação

Actualmente, existem muitos sistemas que conseguem captar a energia solar. Alguns destes sistemas utilizam a própria estrutura do edifício (sistemas passivos), outros recorrem a elementos e estruturas adicionais para captar a energia solar, podendo esta ser utilizada para diferentes e diversos fins (sistemas activos).

Existem inúmeras utilizações e aplicações que resultam da energia solar e a tecnologia tem evoluído de forma à sua utilização num maior número de actividades do quotidiano. Assim, é frequente associar-se à energia solar a utilização de colectores solares para produção de energia eléctrica ou para AQS. Contudo, há que distinguir estas tecnologias e os equipamentos utilizados para esses fins.

A transformação de energia solar em energia eléctrica é efectuada em painéis fotovoltaicos – que convertem a luz proveniente do sol em energia eléctrica – e em particular em células fotovoltaicas, constituídas por várias camadas de materiais semicondutores onde se produz a corrente eléctrica (ex.: silício monocristalino (c-Si), silício multicristalino (m-Si), arsenieto de gálio (GaAs), compostos policristalinos e silício amorfo (a-Si) (Concurso Solar, 2010)).

O processo referido resulta da transferência da energia proveniente dos fotões da radiação incidente para os electrões da estrutura atómica do material semicondutor da célula fotovoltaica, podendo ocorrer a excitação dos electrões da banda de valência para a banda de condução criando-se pares de electrões (absorção). É criada uma estrutura de separação dos portadores de carga fotogerados, por acção do campo eléctrico interno, antes de se recombinarem, de modo a obter-se uma corrente. Logo de seguida ocorre a extracção das cargas em corrente contínua para utilização – Efeito Fotovoltaico (Portal das Energias Renováveis, 2010).

Esta energia apresenta a vantagem de ser uma energia limpa, quase isenta de poluição, visto não produzir cheiros ou ruídos. Além disso, não necessita de muita manutenção e possui um tempo de vida elevado. Porém, apresenta um baixo rendimento e os custos de produção são ainda elevados (Portal das Energias Renováveis, 2010).

Contudo, e no âmbito da temática central deste trabalho, será focada, em mais pormenor, a energia solar térmica. Esta funciona através da captação, através de colectores ou de outros sistemas, de radiação solar, sendo esta posteriormente armazenada em depósitos e utilizada para diferentes fins, consoante a tecnologia usada.

2.3.2 Tipos de equipamentos

Colectores solares

Os colectores solares térmicos servem para converter a maior quantidade de radiação solar disponível em calor e transferi-lo, com o mínimo de perdas, para o restante sistema (Greenpro, 2004).

Assim, existem diferentes tecnologias e equipamentos, cujas aplicações variam consoante a gama de temperaturas que se pretenda atingir. Essas tecnologias são apresentadas na tabela nº 2.2.

Tabela nº 2. 2 – Tipos de colectores utilizados para diferentes temperaturas (**Fonte:** Greenpro, 2004)

Gama de temperatura	Processo
<40 °C	Colectores sem cobertura ou colectores planos de baixo custo
40-70 °C	Colectores planos selectivos ou colectores do tipo CPC
70-100 °C	Colectores do tipo CPC, colectores de tubos de vácuo ou outros colectores estacionários de rendimento elevado. Colectores concentradores para sistemas de média e grande dimensão.
>100 °C	Colectores concentradores, colectores de tubos de vácuo com CPC

Pela análise da figura nº 2.2 verifica-se que existe mais do que um tipo de colectores solares térmicos. Estes podem dividir-se em colectores planos sem cobertura, colectores planos com cobertura, colectores parabólicos compostos (CPC), colectores concentradores e colectores solares de tubos de vácuos.

Os **colectores planos sem cobertura** são constituídos somente por uma placa absorsora, não possuindo cobertura, revestimento e isolamento térmico. Apresentam, por esta razão, uma menor complexidade e uma menor eficiência, sofrendo elevadas perdas de calor. Possuem a vantagem de reduzir os custos de aquisição de cobertura, visto a placa absorsora do colector substituir parte da cobertura do telhado. Além disso, podem instalar-se facilmente em diferentes tipos de cobertura, são uma solução estética para telhados de alumínio e são relativamente baratos. Contudo, devido à sua baixa performance, conduzem à necessidade de instalar uma superfície de colectores com uma área superior comparativamente a outros tipos de colectores (Greenpro, 2004).

Os **colectores solares planos com cobertura**, mais comuns no mercado, são constituídos pela *superfície absorsora* e por elementos de protecção térmica (lã de vidro ou de rocha, poliuretano, aglomerado de cortiça) e mecânica que a protegem; pela *cobertura*, que assegura o efeito de estufa e diminui as perdas por convecção; e pela *caixa*, que protege o absorsor dos elementos exteriores e garante a estabilidade mecânica do colector (Portal das Energias Renováveis, 2009c). Estes colectores são mais económicos do que os colectores de vácuo ou parabólicos compostos, oferecem múltiplas opções de integração, possuem uma boa taxa de preço/performance e permitem uma montagem

simples. Contudo, são menos eficientes do que os colectores de vácuo e os parabólicos compostos, não podem ser utilizados para gerar altas temperaturas e exigem mais espaço de instalação do que os colectores de vácuo (Greenpro, 2004).

Os **colectores parabólicos compostos (CPC)** são normalmente estacionários (semelhantes aos colectores planos). A área absorvedora é constituída por duas alhetas unidas a um tubo, as quais são colocadas em cima de uma superfície reflectora. Assim, a captação solar realiza-se nas duas faces das alhetas e na superfície reflectora, fazendo com que os raios sejam reflectidos e incidam na parte inferior das alhetas ou directamente no tubo, conduzindo a menores perdas térmicas (menores áreas de absorção) e contribuindo para aquecer ainda mais o fluido térmico (Portal das Energias Renováveis, 2009c). Estes colectores possuem uma elevada eficiência no Verão e no Inverno, suportam aplicações de calor com mais eficiência do que os colectores planos e funcionam com temperaturas altas. Porém, são mais caros do que os colectores planos (Greenpro, 2004).

Em Portugal existe já uma competência particular no desenvolvimento dos CPC, nos quais é aplicada uma óptica “não produtora de imagem” (*non-imaging*), a qual permite combinar atributos dos colectores planos e dos concentradores convencionais. Com a criação deste tipo de colectores é possível trabalhar numa gama de temperaturas superiores, o que contribui para o alargamento do campo de aplicação deste tipo de energia – frio, refrigeração e condicionamento de ar, produção de calor de processo e produção de vapor para fins industriais (Pereira, 2006).

Os **colectores concentradores** são concebidos de forma a minimizar as perdas térmicas do receptor, o que é possível através da redução da superfície de captação do colector. Os sistemas assim concebidos chamam-se concentradores e o termo “concentração” traduz a relação entre a área de captação e a área de recepção. Contudo, quanto maior é a concentração menor é o ângulo com a normal aos colectores, segundo o qual têm que incidir os raios solares para serem captados. Assim, o colector tem de se manter sempre perpendicular aos raios solares, seguindo o Sol no seu movimento aparente diurno, o que conduz à necessidade de introduzir um mecanismo de controlo que permita que o colector siga a trajectória do Sol, o que torna o processo dispendioso e complicado, para além de só permitir a captação da radiação directa (Portal das Energias Renováveis, 2009c).

Os **colectores de tubos de vácuo** consistem geralmente em tubos de vidro transparente cujo interior contém tubos metálicos (absorvedores). A atmosfera interior dos tubos permite reduzir ou anular as perdas por convecção e condução devido ao efeito de vácuo que se forma entre o absorvedor e o vidro e que aumenta bastante o efeito de estufa, tão importante na transformação da luz solar em energia (Portal das Energias Renováveis, 2009c). No geral estes colectores possuem as mesmas vantagens dos CPC, além do facto de poderem ser facilmente transportados, das placas absorvedoras poderem ser afinadas em direcção aos raios solares e da possibilidade de poderem ser instalados na horizontal em

telhados planos. Contudo, são mais caros do que os colectores planos e apresentam algumas dificuldades de utilização em alguns tipos de instalações (Greenpro, 2004).

Para todos os tipos de colectores, e de forma a aproveitar a máxima radiação solar possível, é necessário que a radiação solar incida numa superfície que consiga captar ao máximo a energia radiante incidente e que essa energia seja acumulada e depois transferida ao líquido que se pretende aquecer.

Segundo Roriz, 2009:

É necessário que a superfície em causa possua elevado poder de absorção para maximizar a captação de energia radiante incidente (que apresenta comprimentos de onda reduzidos, da ordem de 0,3 a 3,0 μm), seja isolada termicamente de forma a reduzir as perdas por convecção-condução e possua uma baixa emissividade para os comprimentos de onda da radiação própria (da ordem de 3 a 30 μm).

Tendo em conta que as temperaturas de utilização das instalações de águas quentes sanitárias são inferiores a 60°, os colectores utilizados para satisfazer essa condição são os colectores planos e os colectores parabólicos compostos.

Telhas solares

Além dos colectores solares térmicos existe uma tecnologia que capta a energia solar através de um mecanismo integrado nos telhados dos edifícios. Essa energia é transformada em calor sendo, posteriormente, utilizada para diversos fins. Este sistema possui assim uma dupla função: protege o edifício das condições climáticas (telhado) e capta, simultaneamente, energia solar que pode ser utilizada para diferentes fins (colector solar) (Archibald, 2010).

O sistema referido baseia-se na colocação da telha solar (transparente ou translúcida) em cima de qualquer telhado inclinado. Esta telha é produzida de forma idêntica às telhas convencionais, formando uma superfície de vidro sobre a plataforma do telhado. No entanto, as margens de junção entre as telhas adjacentes são formados de modo a que entre estas e a plataforma do telhado seja criado um ambiente hermeticamente vedado por onde circulam canais de ar. Este ar é aquecido pelo calor captado pelas telhas solares, sendo depois encaminhado para o interior do edifício através das aberturas existentes na parte superior e inferior do telhado (Archibald, 2010).

Segundo, Colon e Merrigan, 2001, o calor produzido pela energia captada pelas telhas pode ser também utilizado para AQS, pelo que o Centro de Energia Solar da Flórida e o Laboratório Nacional de Energias Renováveis desenvolveram um estudo sobre o desempenho térmico de um sistema de absorção solar integrado nos telhados.

O calor resultante da energia solar absorvida pelas telhas é transferido para a água que se encontra em tubagens de polímeros anexas à parte inferior da plataforma do telhado, sendo esta distribuída para o edifício a partir de um depósito de armazenamento. Este conceito de “telhado solar integrado” foi

demonstrado com sucesso na Flórida, sendo capaz de gerar metade da energia para aquecimento de águas, produzida por um colector solar de vidro com área semelhante, mas de uma forma integrada e invisível (Colon e Merrigan, 2001).

Este sistema possui, assim, grandes vantagens que lhe permitem alterar os actuais padrões de consumo energético contribuindo, simultaneamente, para reduzir a dependência de recursos fósseis.

Em termos de desempenho térmico, o recurso a telhas solares permite fornecer calor até temperaturas de 400 ° C. Além disso, este sistema apresenta também um elevado potencial económico, pelo facto de permitir uma redução dos materiais de construção e de mão-de-obra, visto realizar duas funções simultâneas. Além disso, permite utilizar toda a área do telhado, enquanto os colectores solares tradicionais são construídos em módulos que nem sempre se adaptam às diferentes áreas e tipos de telhados existentes. O facto do tempo de vida útil destas telhas ser elevado, conduz a menos substituições e reparações e, conseqüentemente, a menor produção de resíduos, o que reduz os custos de transporte relacionados com a construção (redução de materiais) e com o desmantelamento e transporte de materiais do edifício para o aterro (menos resíduos) (Archibald, 2010).

Assim, os menores custos de construção e instalação, o maior tempo de vida útil e a maior área do colector permitem reduzir os custos por metro quadrado das telhas solares comparativamente aos colectores tradicionais. Isto permite reduzir os períodos de retorno associados aos equipamentos solares, aumentando também a sua rentabilidade num maior número de edifícios.

Os benefícios em termos de integração estética são também muito significativos, pelo facto deste sistema “fundir-se” com a composição arquitectónica do edifício, facilitando a aceitação por parte do consumidor (Archibald, 2010).

Desta forma, este sistema possui um enorme potencial para economizar energia, possibilitando um abastecimento energético seguro e sustentável. Além disso, este sistema representa uma oportunidade de recuperar a energia solar recebida no telhado de um edifício sem que se verifiquem impactes negativos em termos estéticos e arquitectónicos (Colon e Merrigan, 2001). Contudo, para que tal se verifique é necessário apostar na investigação e no desenvolvimento de algumas medidas que facilitem a entrada destes equipamentos e desta tecnologia no mercado.

2.3.3 Aplicações

Actualmente, e com a tecnologia existente, a energia solar pode ser utilizada em diversas situações. Contudo, há a previsão de que a evolução científica dos últimos anos e os novos estudos nesta área possibilitem o desenvolvimento de novos campos de aplicação. Assim, e de um modo geral, a energia solar é utilizada, actualmente, para diversas finalidades (tabela nº 2.3).

Tabela nº 2. 3 – Utilizações da energia solar (Fonte: Energaia, 2010).

- **Produção de água quente sanitária (AQS)**, para temperaturas inferiores a 60°C, com períodos mínimos de utilização do equipamento solar entre oito e dez meses por ano. Estas instalações dimensionam-se, normalmente, para as necessidades energéticas anuais, evitando assim excedentes energéticos nos meses de Verão;
- **Aquecimento de piscinas**. Dependendo do tipo e finalidade da piscina, os valores da temperatura de utilização variam entre 25-35°C, sendo possível a aplicação a piscinas de utilização anual ou sazonal (Verão);
- **Aquecimento ambiente**. Do ponto de vista tecnológico é possível a utilização da energia solar para o aquecimento ambiente dos edifícios de forma activa, no entanto esta aplicação está limitada com uma utilização de apenas 3 a 4 meses por ano, diminuindo o seu interesse económico;
- **Arrefecimento ambiente**. É possível produzir frio combinando energia solar com máquinas de absorção ou sistemas híbridos (solar-gás), que operam a temperaturas na ordem dos 80 °C (máquinas de Brometo de Lítio), ou 120 °C (máquinas de Amónia/H₂O), o que, combinado com o aquecimento ambiente no Inverno, tornam estas aplicações muito interessantes, quer do ponto de vista ambiental com a redução de consumo de energia primária, quer do ponto de vista económico, com a rentabilização total do sistema;
- **Produção de água a elevadas temperaturas destinada a uso industrial**. Temperaturas superiores a 80°C e 100°C (água saturada ou vapor), com aplicações industriais directas, de pré-aquecimento de água de processo ou vapor para produção de energia eléctrica (temperaturas de superiores a 450°C);
- **Aplicações de baixa ou médias temperaturas**, como estufas, secadores dessalinizadores, secadores, destoxificadores (Ultra Violeta) e ainda cozinhas solares.

Encontra-se, também, em desenvolvimento uma tecnologia que associa o AQS à climatização (aquecimento e arrefecimento), cujas características particulares lhe conferem uma elevada oportunidade de desenvolvimento no mercado actual. Esta associação contribui positivamente para o melhoramento da actual política energética e para o cumprimento das normas legislativas relativas ao conforto térmico e aquecimento de águas sanitárias (RSECE e RCCTE). Além disso, contribui também para a utilização da energia solar de forma integrada e eficaz permitindo, simultaneamente, reduzir os períodos de retorno associados à instalação de colectores solares para AQS, visto satisfazer duas necessidades (AQS e climatização) recorrendo a um único tipo de energia (solar).

Actualmente, e segundo um artigo intitulado Greenpro, 2004, existem vários tipos de aquecimento ambiente em construções urbanas resultantes da energia solar, entre os quais:

- **Sistemas solares de ar fresco**, que são os sistemas mais simples. O sistema baseia-se na circulação do ar fresco no interior dos colectores sendo depois ventilado para as divisões do edifício, sem necessitar de um sistema de exaustão forçada de ar. No caso da renovação do ar ser feita para o edifício através do sistema de colectores solares de aquecimento ambiente todos os graus de aumento de temperatura implicam também uma poupança energética (ex: para uma dada temperatura exterior e interior um ligeiro aumento na temperatura do colector solar traduz-se numa redução das necessidades de ventilação e de aquecimento;

- **Ventilação doméstica com base num sistema solar**, em que se pode integrar o sistema solar de aquecimento ambiente nos sistemas utilizados para o controlo da alimentação e do escape dos caudais de ar, cuja utilização resulta do melhoramento dos padrões de isolamento térmico dos novos edifícios e sobretudo do isolamento das paredes. O sistema de recuperação de calor fornecido em muitos sistemas de ventilação fornece o aquecimento adicional ao ar fresco. Em sistemas mais complexos, uma porção do ar circulado pode ser devolvido aos colectores;

- **Aquecimento de ar por sistema solar com armazenamento**, em que o calor gerado é transferido para um meio adequado de forma a ser utilizado em períodos que não coincidam com a disponibilidade de radiação solar. Para tal podem ser usados recipientes em gralha ou pedra, materiais com custos relativamente elevados. Métodos mais económicos podem ser conseguidos através de sistemas designados por hipocaustos, desde que o sistema solar de aquecimento ambiente esteja planeado para um edifício, na fase de projecto. Neste caso o calor é transferido para as paredes e pavimentos do edifício transferindo-se calor para as divisões adjacentes. O aquecimento convencional necessário pode ser também operado através deste sistema, de modo a ser usado em condições óptimas. Em habitações equipadas com um sistema deste tipo, a área de superfície do colector está muitas vezes subdividida. Uma parte do sistema alimenta o sistema hipocáustico, outra alimenta um sistema controlado de aquecimento directo das divisões;

- **Aquecimento solar e aquecimento doméstico de água**, em que o ar aquecido pelo sistema solar, nos meses de Verão, não é necessário, geralmente, para o aquecimento das divisões, podendo ser usado quase exclusivamente para o aquecimento de água doméstica. Nos restantes meses do ano é dada prioridade ao aquecimento do ar ambiente, visto que os colectores para aquecimento operam mais eficazmente e com melhores desempenhos, sendo o aquecimento de água doméstica operado com uma baixa prioridade.

Outra aplicação da energia solar térmica baseia-se na produção de vapor, ou ar, a temperaturas altas, possibilitando a produção de electricidade em centrais idênticas às centrais fósseis térmicas convencionais, mas a custos inferiores aos sistemas actuais de produção eléctrica através de energia solar (sistemas fotovoltaicos). Em Portugal já existem alguns projectos nesta área (Pereira, 2006).

Além disso, no futuro, a energia solar concentrada e fornecida a temperaturas elevadas pode intervir na produção de combustíveis a partir da pirólise da biomassa, contribuir para tecnologias limpas de carvão, auxiliar o processamento de matérias e produzir hidrogénio. Contudo, não existe ainda em Portugal qualquer tipo de planos para o desenvolvimento destas tecnologias. No imediato, a energia solar térmica permite cozinhar alimentos, dessalinizar a água do mar, descontaminar efluentes líquidos quimicamente contaminados e produzir água potável a partir de águas de superfície, biológica e organicamente contaminadas. Nestes dois últimos casos, porém, a tecnologia baseia-se no espectro

solar ultravioleta na presença de catalisadores, estando a ser investigada e desenvolvida em Portugal em parceria com empresas e instituições europeias da América Latina e de África (Pereira, 2006). Existem também vários sectores e processos industriais que se desenvolvem à custa da energia solar (tabela nº 2.4).

Tabela nº 2. 4 – Sectores e processos industriais com recurso a energia solar (Fonte: Greenpro, 2004).

Sector industrial	Processo industrial
Cerveja e malte	Fervura do mosto, limpeza do vasilhame, arrefecimento, secagem.
Lacticínios	Pasteurização, esterilização, secagem.
Alimentos de conserva	Esterilização, pasteurização, cozedura, branqueamento.
Carne	Lavagem, esterilização, limpeza, cozedura.
Vinho e bebidas	Limpeza do vasilhame, arrefecimento.
Indústria têxtil	Lavagem, branqueamento, tinturaria, cozedura.
Automóvel	Secagem de pinturas, desengorduramento.
Papel	Polpa de papel, cozedura, caldeira da água de alimentação, branqueamento, secagem.
Curtumes	Aquecimento de água para processos de tratamento, secagem.
Cortiça	Secagem, cozedura da cortiça.

Assim, a energia solar pode ser utilizada num grupo alargado de situações, o que comprova as inúmeras possibilidades associadas ao desenvolvimento deste tipo de aproveitamento energético. Contudo, o enfoque deste trabalho é o recurso a colectores solares para AQS e a sua correcta integração nos edifícios, pelo facto desta ser uma tecnologia com alguma maturidade. Logo, não serão exploradas, mais aprofundadamente, todas as tecnologias existentes.

2.3.4 Constituição dos equipamentos e sistemas

No geral, os sistemas solares térmicos possuem pouca complexidade e podem ser aplicados na maioria dos edifícios, segundo alguns critérios. Podem ser utilizados para aquecimento de águas sanitárias, mais comuns, mas também para climatização de edifícios e aquecimento de água de piscinas. O funcionamento dos painéis para AQS é muito simples, baseando-se no efeito de estufa. Inicialmente, a radiação solar incide na cobertura que compõe a parte superior do painel; essa radiação penetra no interior do painel solar ficando aí retida; o calor é transferido para o fluído que circula no interior dos tubos fazendo com que o fluido transfira calor, através da serpentina do depósito, para a água aí acumulada (aquecendo-a); e, por último, o regulador solar e o grupo de circulação gere e controla a circulação do fluído, em função das temperaturas medidas (Construlink, 2005).

A informação apresentada seguidamente resulta do Manual de Instalações Solares Térmicas, elaborado em 2007 pelo INETI, no âmbito do Curso de Instaladores Solares Térmicos.

Complementaridade entre energia solar e outra fonte de energia

O sistema solar deve recorrer prioritariamente à energia proveniente do Sol e só depois à energia convencional. A complementaridade entre ambos os tipos de energia deve ser mantida e respeitada, mas sem pôr em causa a prioridade solar (energia limpa e gratuita). Esse objectivo pode ser atingido das seguintes formas:

- Produção instantânea da energia de apoio, em que o gerador de apoio fornece potência necessária em cada instante, que varia em função da temperatura do pré-aquecimento solar. O gerador instantâneo (um esquentador de gás com chama modulante, por exemplo) é colocado à saída do acumulador solar e em série com a instalação solar. Este tipo de instalações é bastante prático sendo recomendado para vivendas unifamiliares com sistemas de aquecimento solar por termossifão;
- Central de controlo, em que este acumulador, com a função de receber a água pré-aquecida pelo sistema solar fornece, simultaneamente, a energia que ainda for necessária, sendo colocado entre o acumulador solar e os pontos de consumo;
- Energia solar e de apoio no mesmo acumulador, em que o armazenamento de energia solar e a de apoio é feito num único acumulador levando a um elevado risco de mistura, daí a necessidade de tomar certas precauções, nomeadamente, para evitar a estratificação.

Composição do sistema

A composição de um sistema solar para a produção de água quente sanitária consiste, genericamente, num ou mais **colectores solares**, os quais transformam a radiação solar em energia térmica; no **sistema de circulação**, que se encontra incorporado no circuito hidráulico e que faz com que o líquido térmico circule pelos tubos que ligam o painel solar ao depósito acumulador; num **depósito ou acumulador solar**, que acumula a água quente até à sua utilização; no **circuito hidráulico**, constituído por tubagens, bombas circuladoras e válvulas; na **central de controlo**, que possui os elementos de controlo e regulação responsáveis pelo correcto funcionamento do sistema; e no **apoio energético**, que possui sistemas complementares de aquecimento, apenas accionados quando as radiações recebidas pelo painel são insuficientes para o nível de aquecimento pretendido (ex: esquentadores ou caldeiras).

Os **colectores solares** são compostos pelo *absorisor*, que recebe a energia, transforma-a em calor e transmite-a ao fluído que nele circula, geralmente água ou uma mistura de água com anti-congelante não tóxico; pela *cobertura*, que se destina a assegurar o efeito de estufa; pela *caixa*, que permite a protecção contra os agentes climáticos, o suporte dos elementos do colector e a união com a restante estrutura do colector; e pelo *isolamento*, que reduz as perdas por condução.

Segundo Roriz, 2009:

Como objectivo principal o absorvedor deve ser capaz de ter a maior absorvidade possível e a menor emissividade possível. Isso pode ser conseguido com recurso ao tratamento da chapa metálica com pintura de cor preta e sem brilho ou com um revestimento selectivo, possibilitando diferentes absorvidades para pequenos e grandes comprimentos de onda e que absorvem tão bem como um corpo negro, mas perdem menos radiação (5 a 15%). A cobertura transparente deve possuir elevada transmissividade e baixa reflectividade e o isolamento deve conseguir suportar temperaturas elevadas.

Quanto ao **sistema de circulação** distinguem-se, no sector doméstico, dois sistemas, o *sistema por circulação forçada* e o *sistema termossifão*. O primeiro difere do segundo, porque necessita do auxílio de uma bomba circuladora e de uma central de controlo, não sendo por essa razão autónomo, ao contrário do sistema termossifão, que é do tipo passivo.

Nos sistemas de circulação forçada a bomba mecânica faz circular a água que existe entre o colector e o depósito. O movimento da massa líquida é acelerado devido à bomba, levando a que o líquido percorra o circuito num tempo reduzido. Por esta razão, o depósito atinge uma temperatura ideal de funcionamento muito mais depressa do que o sistema termossifão. Além disso, a existência da bomba mecânica também permite que o depósito possa ser colocado por cima do painel, ao seu lado ou por baixo, contrariamente ao sistema termossifão, cujo depósito só pode ser colocado por cima do painel.

O sistema termossifão baseia-se no sistema de aquecimento directo da água que se encontra no depósito (situado acima do painel). A água quente que se encontra junto ao depósito sobe, visto ser menos densa, enquanto a água fria que aí se encontrava desce pelo mesmo fenómeno. Assim, a água dentro do depósito move-se por si mesma, não necessitando de nenhum instrumento auxiliar e permitindo que toda a água seja aquecida. Além disso, a permuta de calor entre o circuito primário e o secundário pode realizar-se por transferência directa, em que a água aquecida nos colectores é enviada directamente para consumo; ou indirecta, em que é utilizado um permutador de calor que separa a água de consumo do fluido térmico de transferência. Assim, e ainda que numa fase inicial o rendimento de um sistema aberto (directo) seja maior, a médio e longo prazo essa situação altera-se devido a incrustações calcárias, levando a que se adopte quase sempre o circuito fechado (indirecto).

Desta forma, o sistema termossifão, apesar de possuir algumas vantagens, nomeadamente a maior facilidade da instalação e o facto de não necessitar de nenhum controlador ou entrada de energia, conduzindo a menores custos de instalação e de funcionamento, só pode ser utilizado para AQS, enquanto o sistema de circulação forçada pode ser utilizado para outros fins.

No que diz respeito aos **permutadores**, nas aplicações relacionadas com energia solar térmica, recomenda-se uma potência de permuta de 750 W/m² de colector. Assim, existem três tipos diferentes:

- Os **permutadores de camisa**, interiores ao depósito e com elevado rendimento, podem apresentar baixa eficácia (0,35), baixo preço e são utilizados em pequenos volumes -AQS (figura nº 2.8a);
- Os **permutadores de serpentina**, interiores ao depósito, possuem elevado rendimento, maiores

eficácias (0,55) do que os permutadores anteriores, baixo preço e são utilizados para pequenos e médios volumes (figura nº 2.8b);

-Os **permutadores externos**, que podem ser de dois tipos:

- **Permutadores de placas**, que necessitam de um isolamento térmico, apresentam maiores eficácias (0,75), elevado preço, elevada perda de carga e são utilizados em médios e grandes volumes (figura nº 2.8c);

- **Permutadores de feixe tubular** que necessitam de isolamento térmico, apresentam elevadas eficácias (0,75), elevado preço e são utilizados em médios e grandes volumes (figura nº 2.8d).

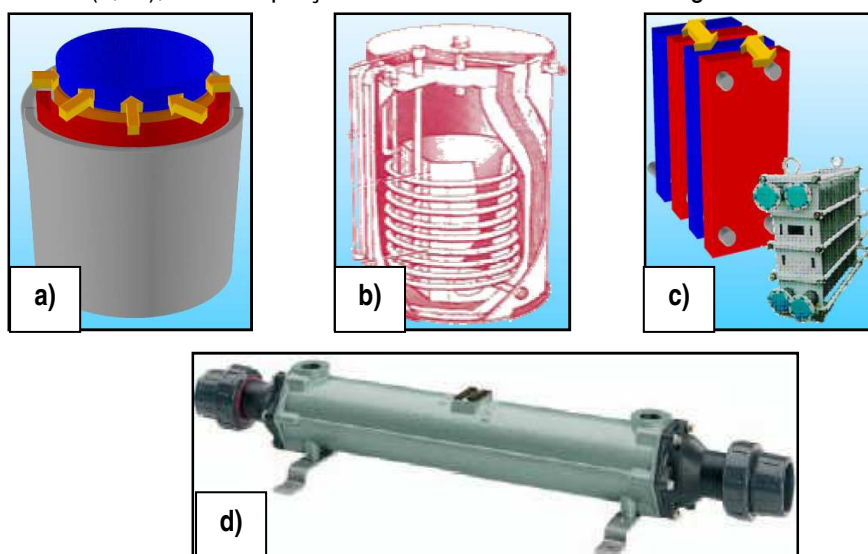


Figura nº 2. 8 – Tipos de permutadores (Fonte: a, b, c: Almeida e Costa, 2009; d: Bowman, 2009).

Os **depósitos acumuladores** possuem diferentes tipologias e são muito importantes, porque permitem acumular a água quente produzida pelos colectores solares. Os **depósitos com câmara interna** utilizam-se geralmente em instalações pequenas e apresentam lateralmente uma câmara onde circula o líquido proveniente dos painéis; os **depósitos com serpentina**, utilizados em pequenas e médias instalações, podem ser simples, quando só se pretende acumular calor, ou duplos e/ou triplos, quando também se pretende aquecer a água a uma determinada temperatura; e os **depósitos combinados**, utilizados em pequenas e médias instalações, visam satisfazer mais que uma necessidade de água quente e possuem dois depósitos, o depósito maior serve para fazer funcionar a instalação de aquecimento e o menor a parte sanitária. Porém, em todos eles, não se pode descurar o isolamento térmico, que pode ser de poliuretano (ex: lã de rocha) e a relação superfície/volume. Na verdade, quanto menor for esta relação, i.e., quanto maior for o depósito, menor será a perda relativa de energia. Além disso, os depósitos devem possuir elevada capacidade calorífica, volume reduzido, temperatura de utilização de acordo com as necessidades energéticas, rápida resposta ao consumo, custo reduzido, segurança, longa duração e boa integração no edifício. Devem ser feitos de um material que

suporte diferenças de pressão e de temperatura e que seja resistente à corrosão. De forma a favorecer a estratificação da água, reduzir o espaço ocupado e aumentar a eficácia do isolamento térmico, devem ser colocados na vertical, pelo facto de se reduzirem as superfícies de apoio no chão.

A **central de controlo** contribui para uma operação eficiente e consequente manutenção da temperatura desejada. Para isso, incorpora sensores de temperatura e uma unidade central de controlo do funcionamento de todo o conjunto de sistemas.

Em suma, cada um dos sistemas descritos (termossifão e circulação forçada) possui particularidades que se adequarão a diferentes regiões do país, necessidades de água quente e capacidade de investimento. Contudo, um dos factores mais importantes na forma de distribuir a água é a proximidade entre o local de preparação da água quente e o “centro de gravidade” das utilizações, de forma a reduzir os gastos de energia e de água.

2.4 Legislação e políticas no âmbito do solar térmico

2.4.1 Regulamento das características de comportamento térmico dos edifícios (RCCTE)

De forma a clarificar um pouco mais o novo Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), no que diz respeito às novas medidas relativas ao aquecimento de águas quentes sanitárias, recorreu-se à informação disponível no portal da GETEP, 2009, ao Decreto-Lei 80/2006 e à versão 1.6 do manual de Perguntas & Respostas sobre RCCTE da ADENE, 2009.

O Decreto-Lei 80/2006, de 4 de Abril, integra um pacote legislativo composto pelos Decreto-Lei 78/2006 (Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios – SCE) e o Decreto-Lei 79/2006 (Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização dos Edifícios – RSECE), os quais foram publicados na mesma data e que resultaram da transposição para direito nacional da Directiva 2002/91/CE de 16 de Dezembro, relativa ao Desempenho Energético dos Edifícios.

O Decreto-Lei que aprova o RCCTE estabelece as regras a incluir no projecto dos edifícios de habitação e dos edifícios de serviços novos sem sistemas de climatização centralizados (ou com sistemas de climatização com potência inferior ou igual a 25 kW) e cuja área seja inferior ou igual a 1000 m². Este regulamento aplica-se também às grandes intervenções de remodelação e/ou alteração na envolvente ou nas instalações de preparação de águas quentes sanitárias e às ampliações de edifícios existentes (na nova área construída), nas duas tipologias de edifícios descritos anteriormente. Porém, são excluídos deste regulamento os edifícios ou fracções autónomas, a construir ou renovar que, pelas suas características de utilização, se destinem a permanecer frequentemente abertos ou em

contacto com o ar exterior e não sejam aquecidos nem climatizados; os edifícios de culto e para fins industriais, afectos ao processo de produção, garagens, armazéns, oficinas e edifícios agrícolas não residenciais; as intervenções de remodelação, recuperação e ampliação em edifícios de zonas históricas ou edifícios classificados, sempre que sejam verificadas incompatibilidades com as exigências do regulamento, desde que devidamente justificadas e aceites pela entidade licenciadora; as infra-estruturas militares e imóveis afectos aos sistemas de informações ou a forças de segurança, que se encontrem sujeitos a regras de controlo e confidencialidade; e todos os edifícios não-residenciais que fiquem sujeitos ao RSECE.

Desta forma, e além da obrigatoriedade do recurso a colectores solares para AQS sempre que exista exposição solar adequada, pretende-se que as exigências de conforto térmico sejam satisfeitas sem dispêndio excessivo de energia e que sejam minimizadas as situações patológicas nos elementos de construção, com potencial impacto negativo na durabilidade dos elementos de construção e na qualidade do ar interior.

O novo RCCTE aplica, igualmente, limites aos consumos decorrentes da existência nos edifícios de habitação e do seu uso, fixando as condições ambientais de referência para cálculo dos consumos energéticos nominais, incluindo as necessidades nominais anuais de energia útil para produção de águas quentes sanitárias (N_{ac}), visto que o peso do consumo energético associado à preparação de AQS é muito elevado, podendo ultrapassar 50% do consumo global de energia de uma habitação.

Quanto à instalação de colectores solares térmicos, o RCCTE define, como referência, a instalação de 1 m² de colector por ocupante convencional previsto (determinada segundo a tipologia do edifício), sempre que haja uma exposição solar adequada, podendo este valor ser reduzido de forma a não cobrir, em mais de 50%, a área total disponível da cobertura do edifício, em terraço ou nas vertentes orientadas no quadrante sul, entre Sudeste e Sudoeste, conforme definido na metodologia de cálculo das necessidades nominais de energia para AQS. Entende-se que existe uma exposição solar adequada sempre que a cobertura, em terraço ou inclinada no quadrante Sul, não seja sombreada por obstáculos significativos entre o período que compreenda duas horas depois de o nascer do Sol e duas horas antes do ocaso. Além disso, e como alternativa aos colectores solares, pode ser utilizada, e para outro fim que não o aquecimento de águas sanitárias, outra fonte de energia renovável, desde que a energia anual por si captada seja equivalente à dos colectores solares.

Por outro lado, a contribuição da utilização de colectores solares térmicos para AQS (N_{ac}), isto é, a determinação da parcela E_{solar} , deve ser calculada no programa SolTerm do INETI, sendo esta a única ferramenta de cálculo definida como obrigatória no RCCTE. Os restantes cálculos podem ser efectuados das mais diversas formas, desde que em conformidade com a metodologia de cálculo indicada no regulamento. Além disso, a contribuição de sistemas solares só pode ser considerada, para

efeitos de regulamento, no caso dos equipamentos utilizados serem certificados, instalados por instaladores acreditados pela DGGE e, cumulativamente, se for concedida garantia de manutenção do sistema em funcionamento eficiente durante seis anos, no mínimo, após a instalação.

Assim sendo, o novo RCCTE impõe mecanismos mais efectivos de comprovação do cumprimento dos requisitos legais e aumenta o grau de exigência de formação profissional dos técnicos que podem vir a ser responsáveis pela comprovação dos requisitos deste regulamento, de forma a aumentar a sua competência e dar mais credibilidade e probabilidade de sucesso à satisfação dos objectivos pretendidos com este diploma.

Este regulamento pode assim, e independentemente de algumas lacunas que possa conter, contribuir decisivamente para a melhoria das actuais políticas energéticas em Portugal.

2.4.2 Novo código dos contratos públicos (CCP)

Segundo o Portal do Governo Português, 2007, o novo Código dos Contratos Públicos (CCP) pretende criar um conjunto de regras que apelam para a integração de uma abordagem integral no processo construtivo relativamente às obras públicas. Além disso, o CCP dá ênfase à necessidade de incluir os aspectos ambientais e sociais em todo o processo de formação do contrato público, desde o caderno de encargos até à avaliação e classificação de candidaturas e propostas.

Este código é complementado por iniciativas legislativas, das quais se destacam:

- Revisão do Decreto-Lei nº 73/ 73, de 28 de Fevereiro, que estabelece quem deve projectar e quais as suas responsabilidades, aliada ao novo quadro legislativo da promoção imobiliária;
- Aprovação do Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos edifícios e respectivos regulamentos relativos à qualidade térmica dos edifícios, de forma a reduzir a energia;
- Aprovação de diversos diplomas que vão definindo o regime relativo aos produtos de construção, como o Decreto-Lei nº 4/2007, de 8 de Janeiro, o Decreto-Lei nº 28/2007, de 12 de Fevereiro e do Decreto-Lei nº 301/2007, de 23 de Agosto, que, em conjunto, estabelecem características para que as obras onde venham a ser incorporados satisfaçam a resistência mecânica e a estabilidade; higiene, saúde e protecção do ambiente; segurança na utilização; protecção contra o ruído; economia de energia e isolamento térmico;
- O novo Regulamento Geral de Edificações, que substitui o Regime Geral de Edificações Urbanas, em vigor desde 1951, e que se ajusta mais à realidade actual, em aspectos de segurança, ambiente, energia, sustentabilidade, vida útil, manutenção e durabilidade dos edifícios, defesa do consumidor e gestão da qualidade.

Este código considera ainda importante desenvolver estudos nas áreas da energia e consumo de fontes renováveis; dos materiais, produtos e resíduos de construção; da gestão do ciclo hidrológico; da reabilitação dos edifícios; do desenho urbano e usos do solo; e da educação ambiental.

2.4.3 Análise da legislação

A Directiva nº 2002/91/CE foi transposta para a ordem jurídica nacional originando os Decreto-Lei nº 78 (SCE), Decreto-Lei nº 79 (RSECE) e Decreto-Lei nº 80 (RCCTE), de 4 de Abril de 2006. Além de outras imposições regulamentares, o solar térmico tornou-se obrigatório.

Contudo, esta directiva apresenta alguns desafios: visando o princípio da subsidiariedade, leva a que os Estados Membros tenham liberdade quase total na forma de transpor; necessita ainda de novos procedimentos e de algumas entidades supervisoras; possui requisitos técnicos de difícil implementação; apresenta muitos lobbies no terreno; e conduz a custos elevados de implementação (Maldonado, 2006).

Em vários Estados Membros a regulamentação térmica foi alvo de revisões, tendo sido estabelecidos alguns requisitos mínimos. A actual legislação apresenta algumas alterações que já incluem medidas relacionadas com preocupações de foro ambiental.

A certificação energética dos edifícios tem sido importante neste processo, na medida em que pode funcionar como um importante factor de mercado, contribuindo para que os edifícios com melhor certificação possuam um maior valor comercial. Além disso, este tipo de certificação possibilitou a abertura de novos campos de actuação profissional, com o objectivo de melhorar a qualidade. Contudo, a legislação referente ao comportamento térmico dos edifícios apresenta algumas limitações.

Segundo Roriz, 2009, o RCCTE, relativamente aos sistemas de colectores solares térmicos para AQS, suscita algumas dúvidas e levanta algumas questões pertinentes. No regulamento é indicada a área do colector para edifícios de habitação (1 m² por ocupante), mas o mesmo não acontece para os edifícios dos serviços; não é referida a orientação, inclinação e distância entre os painéis; e as condições nominais de utilização das águas quentes sanitárias, ao longo do dia e do ano, não são referidas.

Para Roriz, 2009, o presente regulamento pode ainda originar problemas na implementação de painéis solares térmicos, visto que impõe a sua instalação mesmo em casos que não seja verificada a sua rentabilidade. Além disso, o articulado regulamentar é deficiente e não cumpre a livre concorrência imposta pela UE; as condições nominais de utilização horária e mensal de águas quentes sanitárias apresentam indefinição regulamentar, assim como o posicionamento dos painéis solares no que diz respeito à inclinação, orientação e limite de obstrução; e a metodologia a seguir caso se utilize um programa de cálculo de energia captada distinta do SolTerm é indefinida.

O mesmo autor refere também outras situações menos explícitas do referido regulamento,

relativamente à aplicação da metodologia:

- Apenas é contabilizado o uso de energias renováveis para fins de aquecimento de águas sanitárias não sendo explicitado de que forma essa energia deve ser contabilizada para outros fins;
- A redução relativa à energia renovável não é indiferente no caso de ser associada às necessidades nominais de aquecimento (Nic), às necessidades nominais de arrefecimento (Nvc) ou às necessidades nominais de preparação de águas quentes sanitárias (Nac), visto existirem limitações regulamentares para cada uma destas necessidades, não sendo utilizado nenhum factor de ponderação igual para cada um destes termos no cálculo do valor das necessidades nominais anuais globais (Ntc);
- A consideração e repartição do calor captado por um painel solar térmico (por Nic e Nvc) é discutível no caso de existir um sistema frigorífico de absorção com apoio solar e no caso de parte do calor não ser aproveitado pelo sistema de absorção.

De facto, o RCCTE apresenta algumas noções dúbias que podem conduzir a diferentes interpretações por parte do leitor. No âmbito de aplicação, nas grandes intervenções de remodelação e de alteração dos edifícios, o regulamento refere que estas devem ocorrer “na sua envolvente ou nas instalações de preparação de águas quentes sanitárias”. Por “envolvente” entende-se como “o que envolve, destinado a envolver, aquilo que está à volta”. Assim, não é suficientemente claro qual o local exacto onde terão de ocorrer as remodelações e/ou alterações para que seja aplicado o regulamento.

Quanto à obrigatoriedade da implementação de 1 m² de colector solar térmico por ocupante, excepto nos casos em que a totalidade da área de colectores seja superior a 50% da área total disponível na cobertura do edifício, o regulamento não faz nenhuma alusão à eficiência que esses colectores deverão possuir nem à sua orientação, inclinação e distância. Desta forma, o regulamento induz à instalação de um colector solar com 1 m² de área, independentemente da quantidade de energia captada poder ser inferior a um outro colector com uma área menor, mas mais eficiente e instalado adequadamente.

Assim, pode dizer-se que seria mais vantajoso incluir uma medida de eficiência em detrimento de uma medida de área de colector. Na verdade, e na maioria dos casos, as coberturas dos edifícios não possuem área suficiente para instalar todos os colectores necessários para cobrir as necessidades de AQS de todos os ocupantes, levando a que o critério utilizado seja o “bom senso” ou se baseie na poupança associada à redução de área do painel.

Contudo, a obrigatoriedade referida verifica-se apenas “sempre que haja uma exposição solar adequada”, daí que a crítica de Roriz de que o regulamento “impõe a instalação de painéis solares mesmo em casos que não seja verificada a sua rentabilidade” não seja totalmente correcta. Ainda que uma exposição solar adequada possa não ser suficiente para garantir a rentabilidade da instalação dos colectores solares, verifica-se que o regulamento não ignora a questão da viabilidade ou não da instalação. Além disso, foi definida, posteriormente, em coordenação com a APISOLAR, com o INETI e com as entidades supervisoras do SCE, uma metodologia que possibilita a aceitação, por peritos

qualificados, de soluções que não passem pela instalação estrita de 1 m² por ocupante, mas que demonstrem estar de acordo com os objectivos de eficiência energética e qualidade associados ao novo RCCTE. Esta medida permite resolver alguns constrangimentos relacionados com a aplicação desta tecnologia, sem colocar em causa a elegibilidade de qualquer solução que cumpra com a referida regra, privilegiando-se assim a melhor tecnologia (Comunicação pessoal de Joana Freitas, 2009).

Quanto à contabilização das energias renováveis o regulamento não refere, de facto, de que forma a contabilização da energia daí resultante deve ser efectuada para outros fins que não o aquecimento de águas sanitárias. Contudo, o regulamento refere que em casos em que se recorra a outras energias alternativas que não a solar, a energia captada anual deve ser equivalente à captada pelos colectores solares térmicos. Porém, e talvez a situação menos explícita no que diz respeito à utilização de energias renováveis para AQS seja o facto da metodologia para o cálculo da contribuição dessas energias não ser definida no regulamento, devendo ser apenas “um método devidamente justificado e reconhecido e aceite por entidade licenciadora”. Porém, foi definida, posteriormente, uma metodologia de cálculo para as energias renováveis no documento “Perguntas & Respostas” da ADENE, 2009.

2.4.4 Medida Solar Térmico 2009 e Programa “chave-na-mão” do Governo

A crescente sensibilização dos cidadãos para a necessidade de controlar os elevados consumos energéticos a par com o aumento exponencial do preço dos combustíveis fósseis tem contribuído para a necessidade do recurso a energias renováveis. Contudo, o factor económico possui um papel fulcral para a adopção de práticas de consumo mais responsáveis. A redução do consumo de electricidade representa menores gastos mensais nas facturas de electricidade de milhares de famílias reduzindo, simultaneamente, as emissões poluentes associadas a esses consumos. Assim, as energias alternativas podem contribuir substancialmente para a redução dos actuais consumos energéticos, sendo a utilização de painéis solares térmicos uma das formas para atingir esse fim.

Segundo um documento da Lusa, 2009, a procura de equipamentos solares térmicos aumentou significativamente, segundo os balcões do Banco Espírito Santo, do Millenium BCP e da Caixa Geral de Depósitos, após a implementação do programa de subsídios económicos e benefícios fiscais promovido pelo Estado e no âmbito da Medida Solar Térmico 2009. Os benefícios desta medida, e que se traduzem em condições especiais para a aquisição de painéis solares térmicos, foram promovidos pelo Ministério da Economia e Inovação (MEI) e pelo Ministério das Finanças, em associação com o Ministério do Trabalho e Solidariedade Social e Secretaria de Estado da Juventude e do Desporto.

Este programa teve início a 2 de Março de 2009 destinando-se, numa fase inicial, ao consumo doméstico, sobretudo para a instalação de colectores solares térmicos em casas usadas, visto que o

novo RCCTE já conduz à obrigatoriedade da instalação destes equipamentos em habitações novas. Além disso, “quando o programa teve início o fornecedor e a marca dos painéis solares era desconhecida, pois o objectivo seria o cliente adquirir uma marca branca” (Comunicação pessoal de Joana Freitas, 2009).

Segundo Mendes, 2009 “Inicialmente a decisão política previa aumentar e promover a utilização do solar térmico a nível doméstico. A nossa realidade aponta para uma maioria clara de pequenas moradias em termos de habitação [...] não havendo dinheiro para apoiar as várias soluções, foi decidido para este ano apoiar somente estas soluções. E por isso é que nestes casos está fora de causa um grande condomínio. A ideia foi a de avançar para as pequenas moradias unifamiliares, o que não quer dizer que no próximo ano não se apoie outro tipo de situações. A expectativa é a de se aumentar enormemente a área de colectores instalados no país”.

Contudo, e com o decorrer do tempo, foram sendo detectadas limitações na aplicação do programa. Assim, e de forma a apoiar a instalação de colectores solares térmicos para AQS, surgiu a necessidade de se proceder, em Agosto de 2009, ao alargamento do programa às Instituições Particulares de Solidariedade Social (IPSS) e aos Clubes ou Associações Desportivas de Utilidade Pública (ADUP).

Além disso, numa primeira fase, “o programa de incentivos económicos começou com um Regime Geral, restrito a grandes empresas, pelos requisitos que lhe eram impostos. No entanto, a APISOLAR, depois de contestar os valores da concorrência de mercado do programa, conseguiu sugerir e aplicar um Regime PME para que empresas mais pequenas pudessem beneficiar igualmente do incentivo. A diferença entre os dois está basicamente entre a dimensão da empresa e a certificação dos produtos. O regime PME foi então aceite pelo Governo, no dia 17 de Março de 2009, tendo sido conhecidos cinco fornecedores visíveis com marca e disponíveis para aquisição através da Banca” (Comunicação pessoal de Joana Freitas, 2009).

Segundo a APISOLAR, 2009b, a candidatura à PMELink pode ser feita por empresas que preencham os requisitos de um dos regimes referidos, nomeadamente fabricantes nacionais detentores de marca própria, “sistemistas” detentores de marca, distribuidores e instaladores exclusivos da marca, consórcio de empresas da marca e o Agrupamento Complementar de Empresas da marca (ACE). O processo inicia-se com o envio da descrição da empresa e respectivo comprovativo para o site da PMELink, juntamente com toda a documentação necessária.

No âmbito deste programa foi assinado, no início de 2009, um protocolo do Estado com algumas instituições de crédito, o qual pretende divulgar/informar acerca dos subsídios disponíveis e/ou conceder crédito, em caso de necessidade, às famílias que estejam interessadas na instalação de um sistema solar térmico em sua casa.

Os requisitos, por entidade, que devem ser observados no fornecimento, instalação e manutenção de

painéis solares térmicos e equipamentos acessórios, para um volume máximo de 200000 m² de painéis solares térmicos para o Regime Geral e de 50000m² para o Regime PME e dos quais depende a comparticipação do estado, devem ser os observados na tabela nº 2.5 (APISOLAR, 2009b).

Tabela nº 2. 5 – Requisitos para fornecimento, instalação e manutenção (Fonte: APISOLAR, 2009b).

- Disponibilização de produtos “chave-na-mão” e a responsabilidade pelo fornecimento, instalação (apenas por instaladores com C.A.P.), manutenção e garantia do equipamento;
- Capacidade de instalação e manutenção dos equipamentos em todo o território nacional, no Regime Geral, de acordo com os níveis de qualidade de serviço pré-definidos, e a nível do distrito no Regime PME;
- Disponibilização de três soluções técnicas alternativas e com sistemas completos certificados pela Solar Keymark ou Certif (excepto para circulação forçada, em que só o colector tem de ser certificado), no caso do Regime Geral, e de pelo menos uma solução técnica com colectores certificados pela Solar Keymark ou Certif, no Regime PME;
- Preços “chave-na-mão”, compatíveis com as soluções de água quente existentes, em valores que não excedam os 2720€, para sistema termossifão de 200 L; 3550€ para sistema termossifão de 300 L; e 4870€ para sistema de circulação forçada de 300 L. Todos estes valores já incluem o IVA;
- Entidades certificadas pelas normas europeias e instalações realizadas por instaladores com C.A.P.;
- Capacidade de produção, instalação e manutenção de qualquer uma das soluções fornecidas de um volume de produção e instalação anual superior a 50000 m², no Regime Geral, e de 500 m² no Regime PME;
- Volume de produção e instalação mensal de painéis solares superior a 5000 m², no Regime Geral, e número de instalações mensais superior a 2000, no Regime Geral, e superior a 15, no Regime PME;
- Capacidade de produção, instalação e manutenção de equipamentos flexível com cumprimento de níveis mínimos de qualidade de serviço para que o contacto com o consumidor para marcação de visita para instalação seja inferior a 3 dias; a deslocação ao consumidor para instalação seja inferior a 4 semanas; o tempo de instalação do equipamento seja inferior a 4 dias; e o tempo médio de reparação, reposição, manutenção seja inferior a 2 semanas;
- Disponibilização de uma linha telefónica de Call Centre e Help Desk para apoio ao consumidor;
- Abrangido a entidades que demonstrem possuir uma autonomia financeira superior a 25%, no caso do Regime Geral, e a entidades classificadas como Micro, Pequenas e Médias empresas (PME) ao abrigo do D.L. nº 372/2007, de 6 de Novembro, e da Recomendação nº 2003/361/CE, da Comissão Europeia, de 6 de Maio.

As vantagens da aquisição dos equipamentos solares estão descritas na tabela nº 2.6.

Tabela nº 2. 6 – Vantagens de aquisição dos equipamentos solares (Fonte: Portal do Governo Português, 2009).

- Serviço “chave-na-mão”: financiamento, equipamento e instalação;
- Manutenção e Garantia do equipamento assegurada durante 6 anos;
- Comparticipação imediata do Estado no valor fixo de 1641,70 €;
- Benefícios fiscais de 30% do custo do investimento em sede de IRS com máximo de 796€;
- Cerca de 20% de poupança na factura do gás;
- Facilidade no processo de encomenda;
- 100% de financiamento em crédito individual/pessoal com condições especiais;
- Euribor a 3 meses + 1,5%;
- Só pagará juros após instalação do equipamento;
- Possibilidade de pronto pagamento.

Além disso, o serviço “chave na mão” é da responsabilidade dos fabricantes e deve incluir o equipamento, a instalação e a garantia e manutenção durante 6 anos. Todos os instaladores que detenham certificação de aptidão profissional (CAP) para a instalação de painéis solares estão abrangidos por esta medida do governo, devendo para o efeito chegar a acordo com um dos fabricantes aderentes (Governo Português, 2009).

Quanto aos subsídios concedido aos futuros consumidores particulares dos sistemas solares térmicos, o programa referido determina (tabela nº 2.7):

Tabela nº 2. 7 – Subsídios (Fonte: Portal do Governo Português, 2009).

- A medida destina-se exclusivamente a consumidores particulares, para instalação nas suas residências, principalmente em casas usadas;
- Poderá adquirir-se um sistema solar térmico com as condições referidas até 31 de Dezembro de 2009 ou até se esgotar o plafond da comparticipação prevista pelo Estado, num total de 100 Milhões de Euros;
- Um sistema bem dimensionado permite poupar até 70% da energia necessária para o AQS;
- O Governo definiu como objectivo para 2009 a instalação de 250 000 m² de painéis solares térmicos em mais de 65 000 habitações, sendo estimado o investimento total de 225 milhões de euros e a criação de cerca de 2 500 postos de trabalho;
- Os equipamentos custam cerca de metade, face ao preço normal de venda ao público. Esta redução é conseguida, em **20%**, por via do efeito de escala (negociações em bloco com os fornecedores) e, em **45%**, **pela comparticipação pública** de 100 milhões de euros (financiada pela iniciativa do Governo "investimento e emprego"). O consumidor conseguirá uma **poupança superior a duas vezes o valor que investiu**, durante a vida útil do equipamento (20 anos);
- A iniciativa prevê apenas um sistema solar térmico por casa e por contribuinte. Caso seja casado, o cônjuge poderá adquirir o segundo sistema para a segunda casa;
- Os estrangeiros com número de contribuinte também poderão beneficiar do subsídio do Estado;
- Dependendo da dimensão e do uso da instalação, o painel solar térmico é **amortizado entre os 5 e 7 anos**. Considerando o incentivo existente, o **tempo de retorno poderá ser de apenas 4 a 6 anos**.

Na tabela nº 2.8 observam-se as condições para o IRS e o IVA.

Tabela nº 2. 8 – IRS e IVA (Fonte: Portal do Governo Português, 2009).

- De acordo com a Lei nº 109-B/2001, de 27 de Dezembro, os equipamentos específicos para a captação e aproveitamento da energia solar estão sujeitos à taxa intermédia do **IVA de 12%**;
- São dedutíveis à colecta, desde que não susceptíveis de serem considerados custos na categoria B, **30% das importâncias despendidas** com a aquisição de equipamentos solares novos, com o limite máximo de **796€**. Este benefício é cumulativo com outros benefícios que o cliente tenha (ex. crédito habitação);
- A **dedução no IRS** é válida para outros equipamentos de energias renováveis, mesmo que sejam adquiridos fora da campanha, a **comparticipação do Estado** é que só será atribuída aos clientes que comprarem ao abrigo da campanha;
- Casais com IRS conjunto só podem declarar **um equipamento** e o beneficiário pode não corresponder ao dono da casa.

Para as IPSS e UDAP existem algumas variantes ao exposto atrás. A informação seguinte é da responsabilidade do Portal do Governo Português, 2009.

Para que as IPSS sejam elegíveis é necessário que sejam registadas e possuam o estatuto de utilidade

pública (Artigo 8º do DL 119/83), recebendo da Direcção-Geral da Segurança Social um ofício, uma declaração própria e uma cópia dos estatutos devidamente autenticada; no caso das ADUP são elegíveis as federações desportivas e de carácter desportivo que possuam o estatuto de utilidade pública concedido por S. Exa. o Primeiro-Ministro e que sejam objecto de despacho publicado no Diário da República (II Série) e as federações desportivas que possuam o estatuto de utilidade pública desportiva de acordo com o Decreto-Lei n.º 144/93, de 26 de Abril.

A candidatura a esta medida necessita que seja comprovada a qualidade de proprietário, ou outra qualidade que legitime a intervenção nos imóveis em que serão instalados os sistemas solares e se comprove a constituição do direito de superfície ou a detenção de licença ou concessão de utilização do domínio público, em todas as situações por período não inferior a 10 anos.

Relativamente aos incentivos concedidos às IPSS e ADUP o Estado comparticipa, a fundo perdido e num máximo de 500000 € (IVA incluído) por entidade/NIF, 65% do investimento associado, ou seja, 65% sobre a proposta adjudicada num máximo de 65% da proposta com melhor avaliação técnica e económica, sendo dada ao cliente liberdade de optar entre as três melhores propostas classificadas que lhe forem apresentadas. Esta comparticipação é atribuída por ordem de entrada de encomendas, limitada ao *plafond* previsto pelo Estado para a medida (particulares + instituições), num total de 95 Milhões de Euros e, caso o *plafond* se esgote, os clientes são devidamente informados. Além disso, são também concedidas condições especiais de financiamento para o valor do investimento a suportar pelas entidades (IVA incluído), nos bancos aderentes.

O processo inerente à instalação de sistemas solares térmicos em instituições passa pelo pedido de estudo e pela encomenda.

Assim sendo, esta medida veio contribuir para a disseminação da utilização da energia solar, ainda que contenha algumas limitações e tenha contribuído para a exclusão de algumas marcas no mercado. Para Ribas, 2009, esta medida possui a virtude de “ter criado uma aceleração do mercado que dinamizou uma fatia enorme do mercado da moradia unifamiliar e criou um volume de negócio substancial para os fornecedores e instaladores a trabalhar na medida”. Contudo, possui também defeitos: “baralhou o mercado [...] – já não é o instalador a vender o sistema, mas sim os bancos, passando ele a ser um prestador de serviços; a relação comercial entre algumas empresas mudou drasticamente devido a posições impostas pela regra da exclusividade de marcas; e nos balcões dos bancos passou a haver alguma filtragem que dificulta o acesso de marcas menos conhecidas aos clientes finais. As marcas têm de lutar por venderem a um cliente antes de este ir ao Banco, pois senão perdem qualquer hipótese de serem escolhidas ao balcão”. Além disso, “na Extensão às IPSS e ADUP o processo de concurso obrigatório distancia os fornecedores da hipótese de sucesso garantido: muito trabalho de preparação para uma hipótese de “um para seis” em ganhar a obra. É bom para as

instituições, mas mais difícil para os fornecedores. Mas o maior defeito ainda é o risco da Medida poder terminar no final de 2009 ou no final da verba disponibilizada: irá criar uma onda de choque negativa nos meses seguintes que porá muitas empresas, que se prepararam para maiores volumes, em situação crítica, particularmente num ambiente económico ainda não estabilizado. O retirar o subsídio numa fase mais avançada terá que ser progressivo para não criar problemas”.

Assim, a Medida Solar Térmico 2009 e o programa “chave-na-mão” do governo permitiram promover o desenvolvimento e o crescimento do sector do solar térmico em Portugal. Porém, é necessário que seja desenvolvida uma verdadeira medida de apoio à utilização deste tipo de energia, cuja duração não seja limitada a um ano, impedindo um progressivo e equilibrado crescimento das empresas deste sector.

2.5 Mercado do solar térmico

2.5.1 Eficiência energética e desenvolvimento do solar térmico

Segundo o Portal das Energias Renováveis, 2009b, num dia de céu claro é possível medir junto à superfície terrestre, num plano perpendicular, cerca de 1000 W/m² de radiação, sendo esta dividida em três componentes:

- Radiação directa, que vem directamente do Sol;
- Radiação difusa, que provém de todo o céu excepto do disco solar. Quando a radiação atravessa a atmosfera uma parte é reflectida pelos componentes atmosféricos (nuvens), outra é absorvida (O₃, O₂, H₂O) e a restante difunde-se (moléculas, gotas de água e pó em suspensão);
- Radiação reflectida, resultante da reflexão no chão e em objectos envolventes, a qual se denomina albedo e depende somente da composição e cor do chão.

Segundo Gauzin-Müller, 2002, no centro da Europa a quantidade média de energia solar recebida anualmente sobre uma superfície plana de 1m² ronda os 1000 kWh, equivalentes a cerca de 100 L de combustível. Cerca de metade dessa energia resulta da radiação difusa, permitindo utilizar painéis solares durante todo o ano, ainda que o rendimento desses painéis seja superior no Verão.

Em Lisboa, por sua vez, num plano inclinado a cerca de 40° orientado a Sul, o valor médio diário de potência da radiação solar global directa pode atingir os 414 W/m² (Portal das Energias Renováveis, 2009b).

Assim, é de todo o interesse usufruir do enorme potencial de aproveitamento de energia solar que Portugal possui, pelo facto deste ser o país europeu com mais horas de Sol por ano (cerca de 3000 horas de Sol por ano, que representam quase o dobro das 1750 horas anuais da média europeia) (Vulcano, 2008) (ver figura nº 2.9).

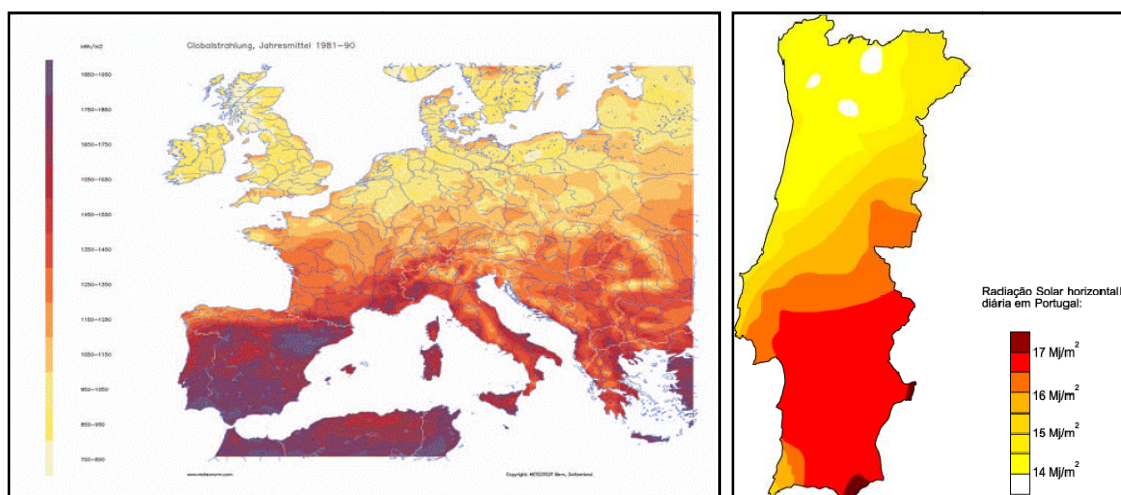


Figura nº 2. 9 – Mapa da radiação solar na Europa e em Portugal (Fonte: Portal das Energias Renováveis, 2009a).

Além disso, contrariamente ao esperado, a variação da radiação solar útil entre o Sul e o Norte do país não é significativa, verificando-se apenas uma diferença de 18% entre o Porto e Faro podendo, por esse motivo, ser aproveitada para AQS (Água Quente Solar, 2004).

Na verdade, e comparativamente a países cujo índice de incidência solar é muito inferior a Portugal, pode dizer-se que esta fonte de energia tem sido mal aproveitada, contribuindo para que Portugal seja um dos países que apresenta uma maior dependência energética do exterior.

Na figura nº 2.10 é possível observar o mercado solar térmico na EU e Suíça.

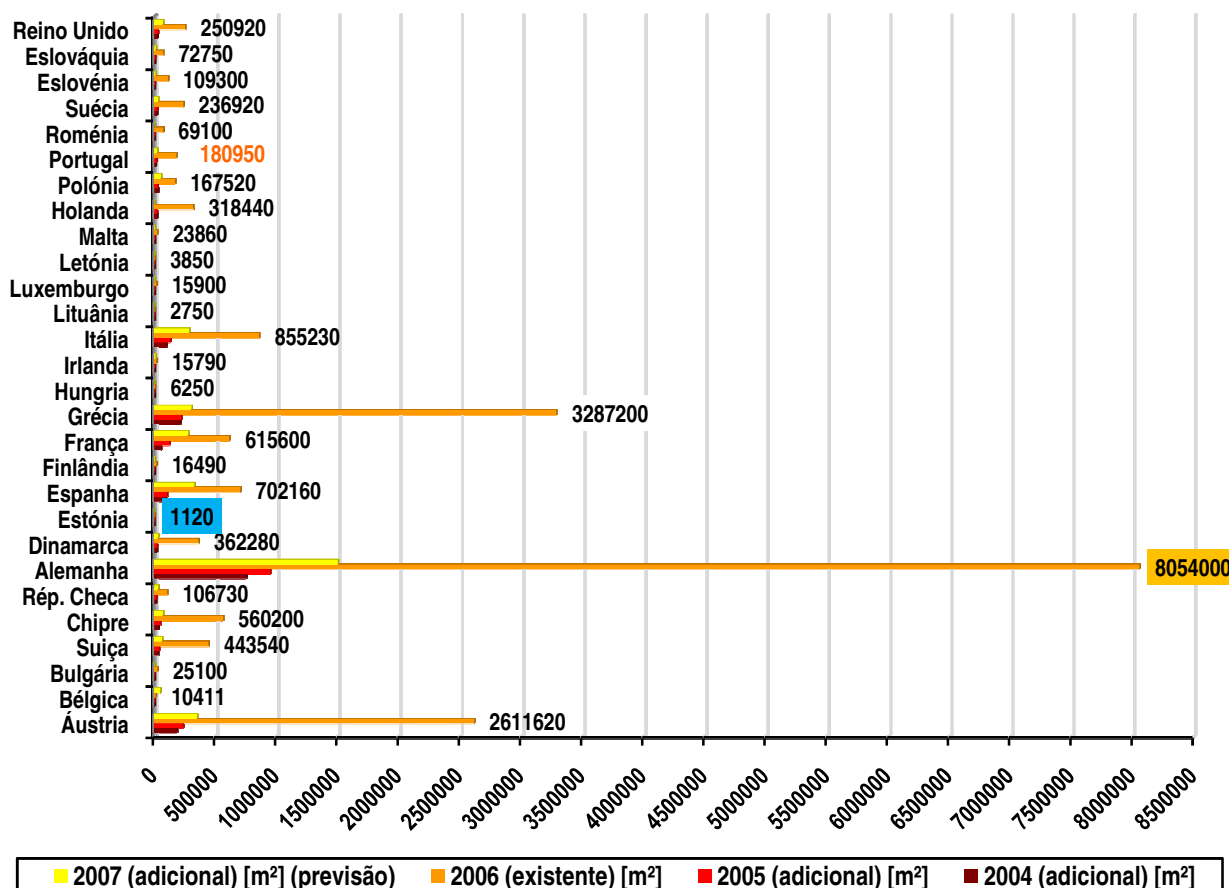


Figura nº 2. 10 – Mercado Solar Térmico (Fonte: Portal das Energias Renováveis, 2009a).

Pela observação da figura nº 2.10 a Alemanha apresenta um valor muito elevado comparativamente a Portugal, ainda que Portugal possua um potencial de aproveitamento de energia solar muito superior. A menor área implementada de painéis solares térmicos pertence à Estónia, um país com baixos índices de radiação solar.

Assim, é importante que as medidas legislativas promovam a adopção de comportamentos com uma maior consciência ambiental. O novo RCCTE poderá ser um contributo para atingir esse fim e conduzirá, segundo a Geota, 2009, a impactes positivos na economia portuguesa, tais como: redução de aproximadamente 20% do consumo de electricidade (10 TWh/ano); redução de 4% do consumo global de energia em Portugal e consequente redução da factura energética externa de montante semelhante; incitamento de um negócio superior a 300 milhões de euros anuais para a instalação anual de cerca de 800 000 m² de colectores solares térmicos; diminuição das emissões de CO₂ em aproximadamente 4 milhões de toneladas; e criação de milhares de postos de trabalho em todo o país. Para Tirone, 2007b, a obrigatoriedade da instalação de sistemas solares térmicos em edifícios de habitação transforma a abundância de horas de sol numa riqueza económica. Assim, o novo paradigma energético, que descentraliza a produção e transformação da energia, transforma todos os utilizadores de energia em potenciais produtores (ou transformadores) de energia.

Segundo a European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF), é necessário ultrapassar a falta de continuidade nas políticas de apoio do Estado. Têm de ser criadas condições estáveis e positivas ao longo do tempo, de modo a proporcionar confiança aos intervenientes no mercado e possibilitar investimentos na produção, na formação, no marketing, na distribuição e na mobilização de recursos na área da investigação e desenvolvimento (Climatização, 2009a).

Para a ESTIF, apesar da existência de países com um atraso na dinamização do solar térmico, sendo Portugal um desses países, já se denota um crescimento deste sector, visto que os dirigentes políticos já tomaram consciência de que os combustíveis fósseis deixarão de ser opção a longo prazo. Além disso, os regulamentos para a construção exigem cada vez mais a utilização de energias renováveis, sendo o solar térmico uma solução com uma boa relação preço-qualidade (Climatização, 2009a).

Portugal possui um elevado potencial para aproveitamento da energia solar para AQS. Na verdade, em Portugal, poderiam ser instalados no sector doméstico cerca de 7 500 000 m² de colectores solares, proporcionando cerca de 4 900 GWh/ano de energia útil. Mesmo que apenas 1/3 desse potencial seja conseguido até 2010, já possibilitará reduzir 150 000 tep da dependência energética de Portugal face aos recursos fósseis e evitar a libertação de 620 kton de CO₂ (1% das emissões de 1990) (ADENE e INETI, 2002). O valor total considerado exequível para a instalação destes equipamentos até 2010 é de 2 801 446 m² (Água Quente Solar, 2009).

Porém, segundo a ADENE, até dia 13 de Outubro de 2009, 94% dos novos edifícios certificados têm

sistemas de colectores solares térmicos instalados para aquecimento de águas sanitárias. No que respeita a edifícios existentes, a percentagem é menor em cerca de 5% dos edifícios com certificação. (Climatização, 2009b).

Na tabela nº 2.9 encontram-se os valores relativos à instalação de equipamentos solares relativas ao ano de 2009.

Tabela nº 2. 9 – Estatísticas do Solar Térmico no ano de 2009 (Fonte: APISOLAR, 2009a).

		Instalados (m²)	Vendidos	Pedidos (nº)
Medida Solar Térmico 2009	Particular	70420 - 75450	100600 m²	-
	IPSS¹	0	3 vendidos e 2 em negociação	705
Estimativa fora da MST2009	Total	50000 - 55000	-	-
Previsão 2009	MST2009	80000	150000 m²	-
	Fora MST2009	50000	50000 m²	-
	Total	130000	200000 m²	-

¹ Instituições Particulares de Solidariedade Social

Na tabela nº 2.9 observa-se que, no âmbito da MST2009, foram vendidos, a nível particular, aproximadamente 2/3 do valor previsto para o ano de 2009. Quanto aos equipamentos instalados, a nível particular, a área instalada aproximou-se muito da previsão feita. No total, a previsão para 2009, relativa à área de painéis solares térmicos vendidos, foi de 200000 m².

Contudo, e independentemente do elevado potencial para aproveitamento da energia solar, este não é correctamente explorado e, segundo Brito, 2001:

Em Portugal, embora o potencial da energia solar térmica seja enorme, a capacidade instalada é vergonhosamente baixa, em particular se compararmos a situação com outros países europeus com muito menor exposição solar: em 2002, Portugal 8 000 m², Finlândia 9 000 m²; Reino Unido 20 000 m²; Espanha 80 000 m²; Grécia 200 000 m²; Alemanha 1 000 000 m² de colectores solares.

Assim, a crescente sensibilização para a preservação de recursos não renováveis e o actual panorama das alterações climáticas podem contribuir, decisivamente, para o aumento da utilização da energia solar como fonte energética alternativa. Além disso, a forte necessidade de reduzir a dependência do consumo de combustíveis (ex.: petróleo e do gás), cujos preços têm aumentado exponencialmente nos últimos anos, conduz à necessidade de criar uma estratégia direccionada para a disseminação de energias limpas.

2.5.2 Projectos internacionais

Actualmente, têm-se desenvolvido projectos na área do solar térmico que facilitam o esclarecimento da sua performance e promovem a sua expansão (ver tabela nº 2.10).

Tabela nº 2. 10 – Projectos na área dos painéis solares a nível internacional.

ProSTO (Best Practice Implementation of Solar Thermal Obligations)	
Objectivos principais	Impulsionar a utilização de sistemas solares térmicos nos países europeus através da promoção de uma implementação das obrigações solares térmicas (INETI, 2007b).
Objectivos específicos	Desenvolver as Obrigações Solares Térmicas Optimizadas (STO), constituídas por uma regulamentação modelo, com critérios bem definidos, procedimentos administrativos eficientes e medidas de apoio adequadas para vencer barreiras; implementar as STO Piloto com demonstração do seu elevado impacto, simplificação da sua reprodução através da elaboração de documentos modelo e através de ferramentas práticas e recomendações; e disseminar os resultados do projecto para potenciais novas autoridades locais e para a política da União Europeia (INETI, 2007b).
Datas	Início a 1 de Janeiro de 2008 e termina no mês de Dezembro de 2010 (INETI, 2007b).
European Solar Days (Expanding the existing annual “Solar Days”)	
Objectivos principais	Promover boas práticas para a utilização de tecnologias solares (ESTIF, 2009c).
Objectivos específicos	Promover a utilização solar como fonte de energia para todas as aplicações solares (painéis solares térmicos e fotovoltaicos) em toda a Europa (ESTIF, 2009c).
Datas	Início a 16 e 17 de Maio de 2008 (ESTIF, 2009c). Em Portugal teve lugar de 9 a 17 de Maio de 2009.
RESTMAC (Creating markets for renewable energy technologies EU RES Technology Marketing Campains)	
Objectivos principais	Melhorar a divulgação e aceitação das energias renováveis seleccionadas no mercado e o estabelecimento de uma campanha de marketing tecnológico para as diferentes tecnologias de energias renováveis envolvidas (ESTIF, 2009a).
Objectivos específicos	Fazer uma abordagem sectorial, que lida com os mais recentes desenvolvimentos na energia fotovoltaica, nas mini-hídricas, na energia eólica, na biomassa, na energia geotérmica, na energia solar térmica; e uma abordagem geográfica, a qual incide sobre as acções nos novos Estados-Membros da UE, em ilhas europeias, bem como em acções fora da EU (ESTIF, 2009a).
Datas	Foi lançado a 1 de Junho de 2006 (ESTIF, 2009a).
ESTTP (European Solar Thermal Technology Platform)	
Objectivos principais	Desenvolver uma agenda estratégica de investigação para o sector da energia solar térmica (EUREC, 2009).
Objectivos específicos	Reforçar a consciência do enorme potencial da energia solar térmica de forma a contribuir para um sistema energético sustentável no futuro; aumentar as actividades no sector e acelerar o seu desenvolvimento; preparar condições para uma ampla divulgação de tecnologias do solar térmico avançadas (EUREC, 2009).
Datas	Início a 7 de Março de 2007 e acaba a 6 de Março de 2010 (EUREC, 2009).
TRANS-SOLAR (Transfer of experience for the development of Solar Thermal Products)	
Objectivos principais	Apoiar o desenvolvimento da indústria solar térmica através da transferência de conhecimento no fabrico e comercialização de produtos solares térmicos dos antigos Estados-Membros da UE aos países da Europa Central e Oriental (ESTIF, 2009g).
Objectivos específicos	Compilar informação para servir de apoio a diversos workshops e missões comerciais que se vão desenvolvendo no decurso deste projecto entre os sete países parceiros da CEE (ESTIF, 2009g).
Datas	Iniciado a 1 de Dezembro de 2007 (ESTIF, 2009g).
K4RES-H (Key issues for Renewable Heat in Europe)	
Objectivos principais	Analisar as políticas públicas para apoio à utilização de fontes de energia renováveis para climatização (ESTIF, 2009d).
Objectivos específicos	Identificar as melhores práticas de climatização e desenvolvimento de orientações concretas aplicáveis a nível local, regional, nacional e europeu; analisar questões-chave direccionadas para a energia térmica solar, biomassa e energia geotérmica integrando os resultados dessas orientações para as políticas aplicáveis à climatização (ESTIF, 2009d).
Datas	Início em Janeiro de 2005 e fim em Junho de 2007 (ERECE, 2007).
NEGST (New Generation of Solar Thermal Systems)	
Objectivos principais	Obter uma melhor relação custo-benefício na utilização de sistemas solares térmicos, particularmente para aquecimento de águas quentes sanitárias para uso doméstico e/ou para climatização (ESTIF, 2009e).
Objectivos específicos	Contribuir para os Planos de Acção da União Europeia no que diz respeito à redução das emissões de CO ₂ (SWT, 2008).
Datas	Início em Julho de 2004 e fim em Junho de 2007 (SWT, 2008).

(continua na página seguinte)

Tabela nº 2.10 – Projectos na área dos painéis solares a nível internacional (continuação).

SOLARGE (Enlarging Solar Thermal Systems in Multi-Family-Houses, Hotels, Public and Social Buildings)	
Objectivos principais	Abrir os mercados para as grandes instalações térmicas solares (a partir de 30 m ²) em edifícios de habitação e serviços (ESTIF, 2009b).
Objectivos específicos	Motivar os investidores, fornecedores e órgãos de decisão política e administrativa para o aproveitamento do potencial do mercado para grandes instalações solares térmicas (ESTIF, 2009b).
Datas	Início em Janeiro de 2005 e fim em Dezembro de 2007 (ESTIF, 2009b).
SolarKeymark-II	
Objectivos principais	Promover a abertura dos mercados europeus a produtos solares térmicos de elevada qualidade (ESTIF, 2009f).
Objectivos específicos	Eliminar as barreiras ao comércio de produtos solares de elevada qualidade contribuindo para uma maior utilização da energia solar na União Europeia (certificação dos produtos solares) (ESTIF, 2009f).
Datas	sem dados
Qualisol (no âmbito do programa ALTENER)	
Objectivos principais	Qualificar os instaladores de sistemas solares térmicos nos países participantes; obter novas medidas ou campanhas para o alargamento do mercado solar nos anos seguintes (Oliveira <i>et al.</i> , 2009).
Objectivos específicos	Ampliar o conhecimento dos instaladores e melhorar a qualidade das instalações e da imagem destes profissionais junto dos clientes finais; obter uma melhoria na reputação e aumentar a confiança nos produtos solares térmicos; possibilitar aos investidores vindouros a comunicação com parceiros de confiança; potenciar o interesse por parte dos instaladores para a angariação de novos clientes; alargar o número de instaladores qualificados (Oliveira <i>et al.</i> 2009).
Datas	Iniciado em Março de 2001 e fim em Setembro de 2002 (Oliveira <i>et al.</i> 2009).
ALTENER II	
Objectivos principais	Promover a utilização de energias renováveis nas Comunidades (Parlamento Europeu, 2009).
Objectivos específicos	Contribuir para a criação das condições necessárias à execução de um plano de acção da Comunidade no domínio das fontes de energia renováveis, em especial das condições jurídicas, sociais, económicas e administrativas; e incentivar os problemas públicos e privados na produção e utilização de energia a partir de fontes renováveis (Parlamento Europeu, 2009).
Datas	Duração plurianual, de 1998 – 2002 (Parlamento Europeu, 2009).

2.5.3 Projectos nacionais

A nível nacional destacam-se os projectos referidos na tabela nº 2.11.

Tabela nº 2. 11 – Projectos na área dos painéis solares a nível nacional.

Programa E4 - Eficiência Energética e Energias Endógenas (*)	
Objectivos principais	Criar um conjunto de medidas para melhorar a eficiência energética e o aproveitamento das energias renováveis em Portugal (Água Quente Solar, 2004).
Objectivos específicos	Promover o recurso a colectores solares para aquecimento de água, quer nos sectores residenciais e de serviços, quer na indústria (Água Quente Solar, 2004).
Datas	Foi lançado em Setembro de 2001 (Água Quente Solar, 2004).
Programa de Actuação para Reduzir a dependência de Portugal face ao Petróleo	
Objectivos principais	Reverter o panorama da dependência energética externa de Portugal (EDS Norte, 2009).
Objectivos específicos	Diminuir a intensidade energética de Portugal até 20%, assim como reduzir a dependência do petróleo em cerca de 20 %. Paralelamente, deverão ser criadas condições que permitam uma redução significativa da factura energética de Portugal em aproximadamente 15 por cento (EDS Norte, 2009).
Datas	Foi aprovado no Conselho de Ministros de 4 de Novembro de 2004 (EDS Norte, 2009).
Programa Água Quente Solar para Portugal (AQS-pP)	
Objectivos principais	Melhorar a eficiência energética e o aproveitamento das energias renováveis em Portugal, mais precisamente no que diz respeito à promoção do recurso a painéis solares para aquecimento de águas, nos sectores residencial, serviços e indústria (Água Quente Solar, 2004).
Objectivos específicos	Criar um mercado sustentável de energia solar, com ênfase na vertente "Garantia da Qualidade", de cerca de 150 000 m ² de colectores por ano, que poderá conduzir a uma meta da ordem de 1 milhão de m ² de colectores instalados e operacionais até 2010 (Água Quente Solar, 2004).
Datas	Foi lançado em Novembro de 2001 (Água Quente Solar, 2004).

2.5.4 Associações e sociedades

Existe, em Portugal, a Associação Portuguesa da Indústria Solar (APISOLAR), criada em 1998, que tem como objectivo assumir a defesa e a promoção da indústria solar portuguesa e aumentar a projecção da indústria solar junto de entidades nacionais e estrangeiras. Todas as pessoas singulares ou colectivas, cuja área de actividade seja a energia solar térmica e/ou fotovoltaica, podem fazer parte desta associação. Além disso, a APISOLAR visa supervisionar e proteger as áreas do sector solar, sejam industriais, fabricantes, importadores, exportadores, grossistas, retalhistas de componentes e acessórios, projectistas e instaladores. Esta associação pretende chamar a atenção dos organismos estatais para o valor e a importância dos seus associados e, sobretudo, para o desenvolvimento da energia solar em Portugal. De forma a uma maior internacionalização da indústria solar nacional, a APISOLAR associou-se à Federação da Indústria Solar Térmica Europeia (ESTIF) e iniciou o processo de adesão à Associação Europeia da Indústria Fotovoltaica (EPIA) (APISOLAR, 2009c).

A Sociedade Portuguesa de Energia Solar (SPES) é uma associação de utilidade pública sem fins lucrativos e faz parte da secção portuguesa da “International Solar Energy Society” (ISES). A sua principal missão é promover a energia solar focando a tecnologia, economia, sociedade, ambiente, legislação e investigação. Para isso, dedica-se à elaboração de estudos, participação em projectos nacionais e internacionais, juntamente com outras instituições, e desenvolve actividades de formação e divulgação, através da organização de eventos, publicações de revistas da especialidade e da disponibilização de serviços de informação pública sobre energia solar no âmbito do seu portal na internet (SPES, 2009).

2.5.5 Certificação

Durante muito tempo a inexistência de regulamentação e de fiscalização na indústria dos painéis solares permitiu a entrada no mercado de produtos de baixa qualidade. Hoje, a maioria dos países tecnologicamente desenvolvidos já possui referenciais normativos para o fabrico e instalação de equipamentos solares térmicos. Actualmente, a legislação nacional e europeia estabelece critérios rigorosos de qualidade para homologação de painéis solares térmicos, seguindo normas europeias.

Para Carvalho, 2009, a certificação dos equipamentos solares é importante, na medida em que ajuda a nivelar a qualidade. Além disso, os produtos certificados são mais procurados. O CAP, no caso dos instaladores, é um aspecto importante, mas é necessários que existam instrumentos de acompanhamento do crescimento deste mercado. O observatório do solar térmico não deve ser encarado apenas em termos estatísticos, mas também no sentido de haver alguma possibilidade deste fazer o acompanhamento mais de perto sobre o que se vai passando, inclusivamente detectar os casos

em que seja feita uma má instalação.

Actualmente, existe em Portugal uma entidade acreditada para a certificação de colectores e sistemas solares térmicos – CERTIF – e que representa a segunda maior das cinco empresas certificadoras de toda a Europa, no que diz respeito ao número de certificados emitidos. (Comunicação pessoal da Eng.^a Susana Belo, 2009).

A certificação de sistemas solares necessita, segundo Oliveira *et al.*, 2009, de:

- Normas de requisitos para os produtos solares, a EN 12975-1 e EN 12976-1;
- Normas de ensaio, para verificação dos requisitos, a EN 12975-2 e EN 12976-2;
- Laboratório acreditado para a realização dos métodos de ensaio, o LNEC;
- Entidade certificadora dos produtos, a CERTIF.

Quanto à certificação de equipamentos solares térmicos é necessário cumprir determinadas condições: proceder-se à certificação para realização de ensaios de concessão e para verificação de requisitos da Norma do produto, com recolha aleatória da amostra; inspeccionar-se regularmente o processo de fabrico; realizarem-se novos ensaios sempre que sejam verificadas alterações do produto; e conceder-se ao público apetência para procurar produtos e serviços certificados. Além disso, a certificação é voluntária, sendo somente obrigatória para a obtenção de apoio do estado (Carvalho, 2005).

Na verdade, segundo Carvalho, 2005, os incentivos do estado (Medidas de Apoio ao Aproveitamento do Potencial Energético e Racionalização de Consumos – MAPE) só são concedidos, segundo o artigo nº11 da Portaria nº394/2004, de 19 de Abril, caso o desempenho e a durabilidade dos sistemas e dos seus componentes sejam certificados por entidade acreditada pelo Sistema Português da Qualidade (SPQ) e comprovados mediante a aprovação de certificação oficial. Porém, e apesar da preparação para a certificação ter sido iniciada em meados dos anos 90, só em 2003 é que começou a ser possível certificar os sistemas solares térmicos, através das normas europeias EN 12975-1,2 e EN 12976-1,2 desenvolvidas pelo CERTIF e com a colaboração do INETI (Carvalho, 2005).

De seguida, são apresentadas as Normas Europeias relativas aos colectores solares térmicos e seus componentes.

A **NP EN 12975-1,2:2007** (Edição 1) refere-se aos **colectores solares térmicos e seus componentes**. Na **parte 1**, referente aos requisitos gerais, a norma referida especifica os requisitos de durabilidade (incluindo a resistência mecânica), fiabilidade e segurança para os colectores solares cujo fluido de transferência de calor é líquido, incluindo também medidas de avaliação da conformidade com estes requisitos (IPQ, 2009a). Na **parte 2**, referente aos métodos de ensaio, a norma especifica métodos de ensaio para validação dos requisitos de durabilidade, fiabilidade e segurança para colectores de aquecimento de líquido, incluindo também três métodos de ensaio para a caracterização do rendimento térmico colectores de aquecimento de líquido. Além disso, o rendimento do colector é

determinado, devendo constar na sua documentação e marcação (IPQ, 2009b).

A **NP EN 12976-1,2:2007** (Edição 1) reporta-se às **instalações solares térmicas e seus componentes**. Na **parte 1**, relativa aos requisitos gerais, a norma particulariza os requisitos de durabilidade, fiabilidade e segurança a que as instalações de aquecimento solar devem obedecer, incluindo também medidas para avaliação da conformidade com estes requisitos. (IPQ, 2009c). Na **parte 2**, relativa aos métodos de ensaio, a norma descreve os métodos de ensaio para a validação dos requisitos a que devem obedecer as instalações solares térmicas pré-fabricadas, contendo também dois métodos de ensaio para a caracterização do rendimento térmico através de ensaios à instalação completa (IPQ, 2009d).

O sistema de certificação é constituído pela realização de ensaios de concessão, realizados logo que o fabricante manifeste, junto da Certif, interesse em certificar o seu produto. Nesta fase, procede-se à selagem de amostras, i.e., retira-se aleatoriamente da linha de produção ou do stock existente um produto ou equipamento, colocando-se um selo da Certif no produto selado para o distinguir de outros produtos da linha de produção. Seguidamente, procede-se ao envio desse produto para um laboratório creditado, de forma à realização de ensaios para verificar a sua qualidade e para a emissão de um relatório. Caso existam não conformidades nos ensaios, compete ao cliente a sua resolução. Após este processo, é emitido novo relatório de ensaio já com os requisitos da norma correctos. O relatório de ensaio é realizado por um laboratório certificado – Laboratório de Ensaios de Colectores Solares (LECS), a nível nacional. Este é acreditado pelo Instituto Português de Acreditação (IPAC) para a realização de ensaios a colectores e sistemas solares térmicos (Comunicação pessoal da Eng.^a Susana Belo).

O resultado dos ensaios é enviado para a comissão de decisão da Certif, que os avalia e, juntamente com os resultados da auditoria da Certif, promove o processo de decisão, emitindo um selo de qualidade. Este selo tem a duração de cinco anos ainda que, anualmente, haja a necessidade da realização de ensaios com o objectivo de verificar a manutenção das condições de produção (Comunicação pessoal da Eng.^a Susana Belo, 2009).

Os ensaios podem, porém, ser pedidos pelo cliente directamente ao laboratório sem o intermediário da Certif. Esta pode aceitar o relatório sem ser necessário efectuar selagem dos produtos, podendo assim, e segundo o resultado do laboratório entregue pelo cliente, conceder o selo de qualidade ao produto. Contudo, a Solarkeymark, entidade certificadora europeia, não emite certificados sem efectuar a selagem dos produtos (Comunicação pessoal da Eng.^a Susana Belo, 2009).

Em 2009, devido ao intenso fluxo de ensaios resultante, na maioria, dos benefícios fiscais promovidos pelo governo, os laboratórios encontram-se lotados, sendo muitas vezes necessário recorrer a laboratórios internacionais para esse fim (Comunicação pessoal da Eng.^a Susana Belo, 2009).

Sinteticamente, é possível observar o processo de certificação da Certif na figura nº 2.11.



Figura nº 2. 11 – Procedimento para a certificação dos painéis solares (Fonte: Água Quente Solar, 2009b).

2.5.6 Boas práticas na aquisição, instalação e manutenção de painéis solares térmicos

Aquisição

É importante a familiarização por parte do futuro utilizador com os termos técnicos mais relevantes da tecnologia do solar térmico, através da consulta de bibliografia da especialidade, de forma a facilitar o diálogo com potenciais fornecedores. Assim, na abordagem do mercado, o futuro utilizador deverá seguir determinadas condutas orientadoras (Água Quente Solar, 2004):

- Consultar mais do que uma empresa, para comparar propostas e optar pela melhor;
- Exigir garantia total de, pelo menos, 6 anos;
- Solicitar uma visita prévia do fornecedor ao local, para que o mesmo nunca possa invocar falta de conhecimento ou fornecer dados errados;
- Abordar empresas com profissionais e equipamento certificados, não esquecendo de exigir os respectivos comprovativos de certificação dos equipamentos de acordo com as Normas Europeias.

Além disso, o utilizador deverá pedir propostas escritas às empresas, incluindo:

- Descrição do sistema e seus componentes, incluindo marca, modelo e capacidade (se aplicável);
- Custo total do sistema, com discriminação dos custos de material, equipamentos e mão-de-obra;
- Previsão dos encargos com assistência e manutenção após o período de garantia;
- Estimativa de desempenho e perspectivas de retorno do investimento;
- Condições de pagamento, de preferência com o pagamento deferido para após a instalação e confirmação da operacionalidade do sistema;

- Duração e condições da garantia e das condições de manutenção;
- Lista de referências de instalações já realizadas.

Por último, e após decisão acerca de qual o equipamento a adquirir, o utilizador deverá confirmar a aceitação da proposta do fornecedor escolhido sobre a forma de um contrato escrito.

Instalação

Existem referenciais de instalações de colectores solares que podem ser tomados como ponto de partida para a determinação de boas práticas na instalação dos mesmos. Assim, tomar-se-ão como base as recomendações propostas pelo manual de Instalações Solares Térmicas, do INETI, 2007a.

Na **deslocação do material** deve:

Obter-se, antecipadamente, a aprovação do cliente relativamente ao modo de instalação e respectivas datas de início e fim dos trabalhos; planificar-se os trabalhos e estabelecer-se a quantidade de material e pessoal necessário; conhecer-se as especificidades do projecto quanto à execução e ao material a utilizar; visitar-se o local da instalação e confirmar a exequibilidade do projecto de implementação; e confirmar-se a área, orientação e inclinação do local da instalação da área de captação.

Relativamente à **manipulação e armazenamento** dos colectores solares devem-se ter em conta algumas recomendações:

O armazenamento dos colectores, após desembalados, deve ser feito com um ângulo entre 20° e 70° e, no caso de inclinações inferiores, não devem ser sobrepostos; os colectores devem permanecer cobertos até ao enchimento do circuito primário; e a utilização de estruturas de suporte, executadas por medida, carece de projecto para a prevenção de sobrecargas aerodinâmicas ou possibilidade de desliz e queda.

Aquando a **instalação dos componentes** do sistema solar térmico devem ser respeitados os seguintes passos:

Instalação da estrutura de fixação dos colectores e impermeabilização da cobertura; instalação do circuito primário e ligação ao permutador e depósito; e instalação e ligação dos colectores solares.

De notar que, e no caso do número de painéis ser superior a um, estes podem ligar-se entre si segundo três tipos de ligações: **ligação em série**, em que o caudal de circulação é igual em todos os colectores e proporcional ao seu número e em que a ligação de entrada entre os colectores é feita pelo tubo de ligação inferior do primeiro colector e a de saída pelo tubo de ligação superior do último colector da linha; **ligação em paralelo**, baseada numa alimentação em retorno invertido de forma a atingir-se um circuito hidráulicamente equilibrado, sendo necessário que o traçado se realize de forma a que o tubo geral de retorno, por onde circula o fluido aquecido, possua o menor percurso possível; e **ligação em paralelo de canais**, cuja vantagem, comparativamente à ligação em paralelo, resulta do menor comprimento das tubagens.

No **início da instalação** deve:

Efectuar-se a limpeza dos circuitos primário e secundário, por enchimento e purga; proceder-se ao enchimento do circuito secundário, de forma a assegurar a completa exaustão de bolhas de ar do circuito

efectuando-se o mesmo procedimento para o circuito primário; instalar-se o vaso de expansão; verificar-se o posicionamento de todas as válvulas (I/O); proceder-se ao arranque da bomba; e descobrir-se a área de captação.

Na entrega das instalações deverá realizar-se:

A prova de estanquicidade, em que os circuitos hidráulicos devem permanecer durante um período não inferior a 30 minutos a 1,5 x a pressão normal de serviço sem redução de pressão no circuito, comprovando a inexistência de fugas; deverá regular-se a pressão de pré-carga no vaso de expansão; e efectuar-se a prova de aquecimento, recomendando-se o Delta T e objectivando-se um aumento de temperatura entre 30°C a 40°C no depósito, num dia claro e sem consumo.

No isolamento térmico do circuito deverá obedecer-se aos seguintes passos:

Limpeza das superfícies a isolar; verificação das perfeitas condições do adesivo; aplicação de medidas exactas em cada troço; confirmação da protecção de isolamento a intempéries, UV, acções de vandalismo e deterioração por animais; e respeitar um período de paragem de um dia para completa secagem e endurecimento dos adesivos.

No fim do processo, o instalador deve entregar ao cliente um **manual de instruções** no qual devem constar o esquema e identificação de cada elemento, as informações acerca do uso da instalação, as operações de segurança e as operações de manutenção e conservação.

Relativamente às **práticas de manutenção**, deve referir-se que durante o tempo de vida útil do equipamento, cerca de 15 anos, não serão necessárias muitas acções de manutenção, mas sim inspecções periódicas.

As tubagens são fundamentais na construção dos colectores, assim como os elementos de fixação e de guia das tubagens. Assim, estes devem ser fortes, devem permitir o movimento da dilatação térmica das tubagens e devem ser isolados, de forma a evitar-se a ocorrência de pontes térmicas. Além disso, devem minimizar-se os impactes arquitectónicos resultantes das tubagens e dos elementos de fixação.

Manutenção

Uma das principais causas que tem conduzido ao descrédito da população na utilização dos painéis solares térmicos prende-se com a má ou inexistente manutenção da instalação. Mais do que uma correcta instalação é necessário que os utilizadores sintam confiança nos equipamentos e na sua durabilidade para que o investimento seja viável em termos económicos e ambientais.

Assim, a manutenção pode ter um carácter **preventivo**, que consiste basicamente na inspecção visual periódica dos componentes da instalação; e um carácter **correctivo**, relacionado com a resolução dos problemas identificados na fase de manutenção preventiva (reparação, substituição e “upgrade”). No geral, as operações periódicas de manutenção a realizar pelo utilizador passam pelo controlo da pressão no circuito e pelo manuseamento das válvulas de segurança; e as operações a realizar pelo responsável de manutenção relacionam-se com a verificação da existência de bolhas de ar, com a

avaliação da funcionalidade de todas as válvulas, com a confirmação do funcionamento das sondas de temperatura e com a inspecção visual do isolamento térmico e da área de captação.

A visita para a **manutenção** anual dos produtos inclui a limpeza dos colectores; a verificação do circulador; a afinação do caudal e da pressão do circuito solar; a verificação do vaso de expansão; o ajuste de pré-carga, se necessário; a verificação da concentração e do pH do fluido anti-gelo; a verificação do estado da estrutura, dos elementos de segurança dos colectores e do grupo de circulação, das sondas de temperatura da instalação e do colector, do ânodo de magnésio do depósito e da válvula de segurança (AQS); a verificação e regulação da válvula misturadora termostática (AQS); a renovação, se necessário, do líquido solar no circuito ou reposição da pressão no circuito fechado; a purga dos colectores e grupo de circulação; a verificação do bom funcionamento de relógios, termostatos e programadores; a mão-de-obra necessária à substituição de peças; o fornecimento de juntas, sempre que necessário, devido às operações de manutenção; a inspecção visual da instalação solar; e a verificação visual do depósito instalado (AQS) (Portal do Governo Português, 2009).

Por outro lado, a garantia também é um dos pontos-chave quando se trata de manutenção. Nos equipamentos solares, deve ser de seis anos para todos os sistemas e de dois anos para os depósitos. O contrato de manutenção (referente aos seis anos de garantia) é celebrado com o instalador, aquando a instalação do equipamento na casa do cliente. Após esse período a manutenção será da responsabilidade dos fabricantes, os quais terão equipas próprias de manutenção que farão as intervenções e que poderão assegurar o prolongamento deste período (Portal do Governo Português, 2007).

2.6 Integração dos equipamentos solares térmicos nos edifícios

O sector dos edifícios é, actualmente, um dos que mais energia consome, sendo por esse motivo necessário criar condições que minimizem este gasto. Na verdade, os factores relacionados com o planeamento urbano influenciam intensamente os gastos energéticos, sendo a densidade urbana determinante para o seu controlo. As necessidades de aquecimento de um apartamento num edifício multifamiliar compacto podem ser cerca de 20% inferiores ao de uma vivenda geminada numa fileira de cinco vivendas e 40% inferiores ao de uma vivenda isolada (Gauzin-Müller, 2002).

Além disso, a forma como os edifícios estão projectados, a sua topografia, os edifícios adjacentes e a vegetação envolvente influenciam os ensombramentos e a captação de radiação solar.

Assim, é importante adoptar medidas de racionalização de energia. A instalação de painéis solares térmicos para AQS é decisiva neste ponto, na medida em que possibilita atingir elevadas poupanças energética numa habitação.

A optimização da orientação dos painéis solares é muito importante para maximizar a energia captada

pelo sistema. Assim, a integração dos colectores nos edifícios tem de ser bem estudada, de forma a atingir-se o potencial máximo de captação solar, por um lado, e uma correcta integração arquitectónica do sistema nos edifícios, por outro. Contudo, pequenos desvios em relação à orientação óptima não afectam muito a energia térmica captada e o rendimento do sistema, sendo preferível uma integração que não comprometa a arquitectura do edifício, ainda que a eficiência seja ligeiramente menor.

A orientação óptima em Portugal é o Sul com uma inclinação de 38° . Porém, um desvio de até 45° para Este ou Oeste não prejudica o rendimento em mais de 5%, desde que a inclinação se reduza para cerca de 25° . O sistema pode instalar-se respeitando a inclinação do telhado da casa assegurando um ângulo mínimo de 8° . Quando possível, o ângulo com a horizontal será o de Latitude $\pm 5^\circ$ e, para Lisboa, poderá ser de 35° . Assim, ângulos com a horizontal superiores a 35° favorecem o Inverno e inferiores favorecem o Verão. Para instalações de uso anual, a inclinação deverá ser de 45° , sendo admissíveis desvios de $\pm 15^\circ$ para qualquer dos casos (Água Quente Solar, 2004).

Na figura nº 2.12 é possível observar a cobertura solar da necessidade de água quente durante o ano.

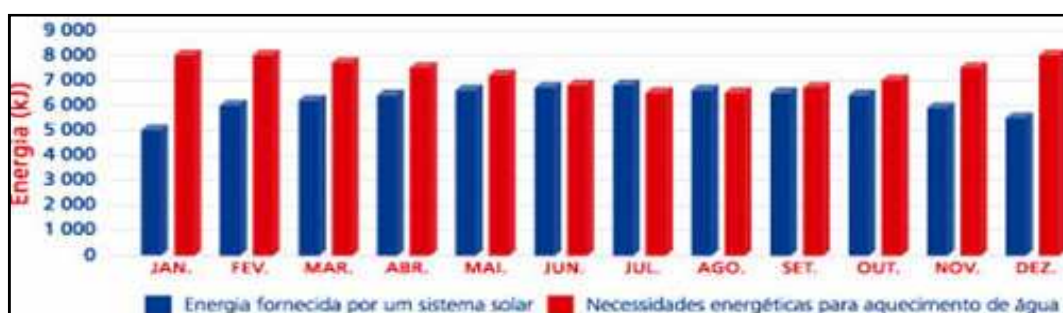


Figura nº 2. 12 – Cobertura solar das necessidades de água quente durante o ano (Fonte: Construlink, 2005).

Na figura 2.12 observa-se que é possível cobrir quase na totalidade as necessidades de água quente na maior parte dos meses do ano.

Nos telhados com má orientação solar existe a possibilidade de se incluir uma estrutura de suporte para que o painel fique numa posição mais favorável, mas isto implica um pior resultado em termos estéticos. Uma outra solução passa pela colocação dos painéis paralelos ou integrados no próprio telhado, penalizando ligeiramente o seu rendimento, mas resultando num quadro mais estético (figura nº 2.13, figura nº 2.14, figura nº 2.15 e figura nº 2.16).



Figura nº 2. 13 e Figura nº 2. 14 – Painel solar térmico esteticamente integrado no telhado (Fonte: AREAL, 2008).



Figura nº 2. 15 e Figura nº 2. 16 – Soluções inestéticas e perigosas (Fonte: AREAL, 2008).

A inclinação e orientação dos painéis solares são as principais preocupações quando se pretende maximizar a eficiência do sistema. Para o cálculo da eficiência é necessário obter-se a energia solar captada, a qual resulta de um cálculo que inclui considerações sobre as variações dos ângulos de incidência dos raios solares na superfície de captação dos painéis, tendo em conta as variações diárias da intensidade da radiação resultantes das condições climáticas. Para isso, utilizam-se programas informáticos específicos e que incluem, normalmente, uma base de dados climáticos (ex.: SolTerm).

Relativamente à legislação, segundo a Vulcano, 2008, esta obriga à instalação solar e não apenas à pré-instalação em toda e qualquer nova construção e em remodelações de valor superior a 25% do valor do imóvel. Assim, o novo RCCTE conduz, inevitavelmente, à alteração do aspecto dos telhados e das coberturas dos edifícios. Uma correcta integração dos sistemas solares é, por isso, muito importante não só para todos os utilizadores, mas também para as entidades licenciadoras. Estas possuem todo o interesse em proteger o património construído, pelo que deverão disponibilizar guias que descrevam as formas de integração mais adequadas, tanto na reabilitação de edifícios como na nova construção (Tirone, 2007b).

Actualmente, estes sistemas têm vindo a ser implementados na maioria dos países europeus. A Alemanha, Áustria, Holanda e Bélgica têm vindo a incentivar e a criar programas que estimulam a instalação de painéis solares, sobretudo em edifícios multifamiliares onde, sem dúvida, a rentabilidade do investimento é superior (Gauzin-Müller, 2002). Porém, existem elevadas dificuldades inerentes à instalação e integração arquitectónica dos painéis solares térmicos nos edifícios, sobretudo nos edifícios multifamiliares.

Segundo Água Quente Solar, 2004, uma correcta integração pode ser conseguida através de:

- A** - Sistema totalmente centralizado: colectores comuns no telhado ou na fachada do edifício, depósito comum de água quente e sistema de apoio comum constituído por uma caldeira a gás;
- B** - Sistema solar centralizado com apoios individuais: colectores comuns no telhado ou na fachada do edifício, depósito solar comum de água quente e sistemas de apoio individuais (esquentador, caldeira mural ou termoacumulador) para cada apartamento em linha com o depósito;

C - Sistema de colectores centralizado: colectores comuns no telhado ou na fachada do edifício, depósitos e sistemas de apoio individuais para cada apartamento;

D - Sistema totalmente individual (monoblocos): semelhante ao descrito para moradias.

Na verdade, um dos principais desafios para o futuro é a instalação de sistemas solares colectivos. Estes casos, de difícil gestão, resultam, sobretudo, da dificuldade de consenso entre os moradores. Logo, é necessário utilizar a melhor tecnologia disponível e apostar na sensibilização de todos os intervenientes para a importância desta questão. Na figura nº 2.17 é possível observar algumas propostas para atingir esse fim.

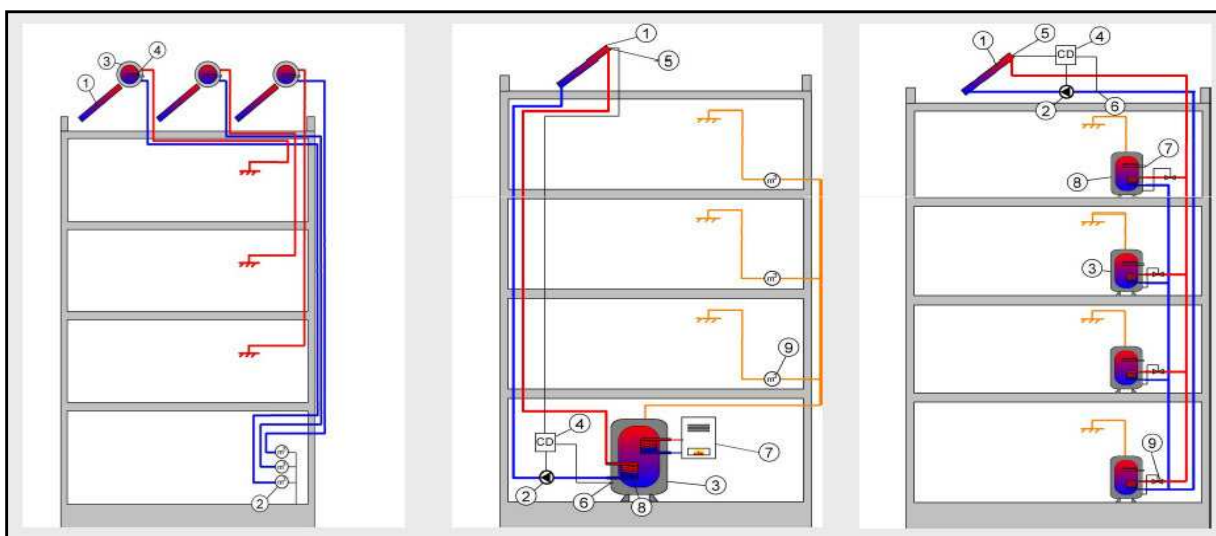


Figura nº 2. 17 – Norma EN 12775: Sistemas Solares Térmicos (**Fonte:** Joyce, 2009).

No primeiro caso é possível observar a instalação de vários sistemas solares do tipo termossifão, cujas ligações de água quente e fria são feitas para cada piso/inquilino; no segundo caso verifica-se a existência de um sistema por circulação forçada com um único depósito e com uma bomba circuladora que permite elevar a água a cada piso/inquilino, ambos situados no piso térreo; e no terceiro caso observa-se um sistema solar por circulação forçada com depósitos individuais por piso/inquilino.

Além destas soluções, existem outras. Porém, estas são as mais comuns em edifícios multifamiliares.

A integração de colectores solares é, na verdade, problemática para toda a equipa interveniente no projecto. Contudo, a arquitectura e a engenharia continuam a actuar separadamente. A melhor solução de integração em edifícios é a utilização da cobertura para a colocação dos colectores com uma orientação óptima e de forma económica. Contudo, nestes casos, não se pode falar em integração propriamente dita, visto que os painéis são pousados e não integrados. Por outro lado, as integrações em alçados verticais devem evitar-se, pois conduzem a elevadas perdas de rendimento (Graça, 2008).

A integração de energias renováveis é muito importante em edifícios eficientemente energéticos e que já esgotaram todas as possíveis estratégias de design passivo na sua concepção ou que, na sua

reabilitação, já consideraram medidas de reabilitação e eficiência energética. Assim, os sistemas solares devem ser complementares à arquitectura dos edifícios (Energias Renováveis, 2009).

Desta forma, e enquanto esta oportunidade de integração de sistemas solares térmicos não for assimilada, estamos a investir, sistematicamente, no nosso progressivo empobrecimento. Correctamente concebidos, instalados e operados, os sistemas solares térmicos contribuem sistematicamente para o nosso enriquecimento e para um melhor relacionamento com o ambiente e com a sociedade (Tirone, 2007b).

Em suma, a instalação de colectores solares deve ser devidamente pensada e planeada. Para isso devem considerar-se vários critérios, nomeadamente a eficiência do sistema e a componente arquitectónica dos edifícios e sua envolvente, tendo em conta o tipo de telhado e/ou cobertura.

2.7 Lacunas de informação

Apesar de ter sido efectuada uma pesquisa alargada acerca da temática central deste trabalho (Integração de Painéis Solares Térmicos – Soluções de Pós-Construção), o resultado não foi positivo. Na verdade, não foi encontrada informação específica deste tema, tendo havido a necessidade de recorrer a outro tipo de informação que permitisse desenvolver um pouco mais esta ideia. Porém, é de referir que existe a possibilidade de existir informação a este nível, mas de difícil acesso e que, por esse motivo, não foi consultada.

Assim, toda a informação recolhida, não directamente relacionada com a temática central, foi utilizada de forma a dar ênfase à necessidade de desenvolver tecnologias que conduzam a uma integração arquitectónica harmoniosa e adequada e permitir detectar as potencialidades existentes no desenvolvimento do solar térmico em Portugal.

A falta de informação referida foi colmatada com a realização de um levantamento fotográfico, de entrevistas, de inquéritos e de estudos de viabilidade de aplicação de equipamentos solares térmicos para edifícios-tipo, de forma a detectar fragilidades neste sector e propor alternativas e soluções que permitam melhorar a sua dinâmica. Por outro lado, o tratamento dessa informação permitiu tirar algumas conclusões acerca de metodologias de integração interessantes e aplicáveis num futuro próximo.

Além disso, teria sido importante incluir a óptica do cliente final e também uma visão de arquitectura mais aprofundada, mas isto não foi possível devido a falta de tempo e a algumas dificuldades sentidas com o decorrer do trabalho.

Assim, espera-se que, futuramente, se aposte no desenvolvimento desta temática e se criem metodologias de instalação e integração facilmente aplicáveis à maioria dos equipamentos existentes e em desenvolvimento, às diferentes tipologias de edifícios e aos diferentes tipos de ocupação.

3. METODOLOGIA

3.1 Metodologia geral



Figura nº 3. 1 – Metodologia geral.

3.2 Análise de bibliografia

Procedeu-se a um levantamento e consequente análise de informação relativa à temática da energia solar térmica. Alguma desta informação foi, posteriormente, comprovada através de entrevistas, inquéritos e pedidos de informações a diversas entidades, tais como a empresas ligadas ao ramo dos painéis solares, à Caixa Geral de Depósitos, à Certif, à APISOLAR, ao INETI e a algumas pessoas ligadas ao ramo.

3.3 Levantamento fotográfico de sistemas solares térmicos em Portugal

Fotografaram-se diversos edifícios, de habitação (unifamiliares e multifamiliares) e de serviços, em diferentes locais e com características distintas, de forma a compilar o maior número de casos ilustrativos do actual panorama da instalação de painéis solares em Portugal. A maioria dessa recolha fotográfica foi feita durante a participação num "Tour Solar", promovido pela Lisboa E-Nova, no dia 9 de Maio de 2009, no âmbito do projecto PROSTO – Best Practice Implementation of Solar Thermal

Obligations, cujo objectivo é a promoção da utilização de sistemas solares térmicos em diversos países europeus. Porém, fotografou-se também um exemplo num edifício junto aos Comandos da Amadora. O critério utilizado baseou-se na procura de bons e maus exemplos, que contribuíssem para aproveitar os seus pontos fortes e corrigir os seus pontos fracos, respectivamente.

3.4 Realização de inquéritos a empresas de painéis solares térmicos

1. Procedeu-se a um levantamento de informação relativo ao número de empresas ligadas ao sector da energia solar em Portugal, incluindo actividades de fabrico, venda/distribuição/representação e instalação/manutenção. Com essa pesquisa obtiveram-se 49 empresas, em várias zonas de Portugal, incluindo as ilhas.

2. Elaborou-se um inquérito, no programa Microsoft Office Word, dirigido às 49 empresas do ramo dos painéis solares, tendo sido este subdividido em seis secções distintas, incluindo questões de resposta directa e de resposta aberta. Cada uma das secções aborda diferentes temas:

- **A secção I** – Arquitectura e configuração dos equipamentos;
- **A secção II** – Mercado;
- **A secção III** – Gestão ambiental e da qualidade;
- **A secção IV** – Fabrico/produção;
- **A secção V** – Venda/distribuição/representação;
- **A secção VI** – Instalação/manutenção.

Além disso, definiu-se, relativamente ao preenchimento do inquérito, o seguinte:

- As três primeiras secções deveriam ser respondidas por todas as empresas, independentemente da sua actividade;
- Nas três últimas secções, relativas às diferentes actividades das empresas, deveriam ser preenchidas somente as secções relativas à (s) actividade (s) da empresa.

3. Contactaram-se telefonicamente a totalidade das empresas visando obter informações acerca da disponibilidade para a resposta ao inquérito.

4. Enviaram-se os inquéritos, nas datas anteriormente agendadas, para os respectivos endereços electrónicos.

5. Depois de se obter um número significativo de respostas, trataram-se os dados com o auxílio do programa Microsoft Office Excel 2007.

De notar, porém, que teria sido interessante, do ponto de vista da análise efectuada, incluir a óptica do cliente final nestes inquéritos. Contudo, por falta de tempo, não foi possível. Assim, tentou-se incluir a visão do cliente através da opinião dos vendedores, ainda que essa não seja a situação ideal.

3.5 Entrevistas a empresas de painéis solares térmicos, à APISOLAR e à Certif

Efectuaram-se duas entrevistas a empresas de painéis solares - AoSol e Vulcano - de forma a complementar algumas questões feitas nos inquéritos e a obter vários pontos de vista, que pudessem trazer um contributo importante para o desenvolvimento do presente trabalho. Além disso, fez-se uma entrevista à APISOLAR e à Certif.

As entrevistas foram feitas via electrónica através do envio das questões para o endereço electrónico. A situação ideal teria sido a realização das entrevistas de uma forma presencial mas, na data em que foram realizadas, não foi possível obter as respostas de outra forma, devido à indisponibilidade dos inquiridos que resultou, num dos casos, do período de férias, e nos outros dois, do intenso fluxo de trabalho. Contudo, no caso da Vulcano a entrevista acabou por ser realizada telefonicamente, no dia 7 de Dezembro de 2009.

3.6 Estudos de viabilidade de instalação de equipamentos solares

1. Procedeu-se a um levantamento de informação no Instituto Nacional de Estatística (INE) acerca das principais tipologias de habitação e das suas principais características estruturais, de forma a projectarem-se edifícios-tipo que traduzissem, o mais possível, a realidade do distrito de Lisboa. Escolheu-se o distrito de Lisboa por ser um distrito heterogéneo em termos de construção e por possuir um elevado número de edifícios.

2. Analisou-se a informação anterior de forma a seleccionaram-se edifícios-tipo, segundo um critério específico.

2.1 Assim, escolheram-se edifícios que fossem de encontro à categoria que incluísse a maioria dos edifícios do distrito de Lisboa. Porém, e pelo facto de ser importante incluir nesta projecção edifícios multifamiliares, visto serem aqueles que conduzem a mais problemas durante a instalação dos painéis solares térmicos, foram também considerados edifícios com estas características.

2.2 Relativamente à escolha do número de ocupantes dos edifícios, o critério adoptado foi igual ao utilizado anteriormente, ou seja, a categoria com mais casos.

2.3 Além disso, tratou-se a informação segundo o tipo de sistema de instalação solar e segundo a existência ou não de subsídios e benefícios fiscais.

3. Cruzou-se toda a informação referida e seleccionaram-se os edifícios-tipo.

4. Para os cálculos referentes à viabilidade da instalação de painéis solares térmicos recorreu-se ao programa SolTerm, elaborado pelo INETI e que é o programa referido no RCCTE.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Levantamento fotográfico de sistemas solares térmicos em Portugal

A 9 de Maio de 2009 a Lisboa E-Nova, no âmbito do projecto PROSTO – Best Practice Implementation of Solar Thermal Obligations, cujo objectivo é a promoção da utilização de sistemas solares térmicos em diversos países europeus, promoveu um *Tour Solar* sobre tecnologias solares em Lisboa. Durante a participação nesse *Tour* tiraram-se 15 fotos que continham painéis fotovoltaicos e painéis solares térmicos para aquecimento de águas sanitárias em quatro edifícios diferentes: o edifício Solar XXI do INETI, no Lumiar; a Escola nº 51 – Luíza Neto, em Chelas; o edifício da GEBALIS (Gestão de Bairros Municipais), no Bairro Alfredo Bem Saúde; e as Piscinas Municipais de Sete Rios. Além disso tiraram-se duas fotografias num edifício junto aos Comandos da Amadora.

De notar que são apresentadas fotos de painéis fotovoltaicos somente com a finalidade de mostrar possibilidades de integração de painéis nos edifícios, visto que o tipo de painéis estudados neste trabalho são os painéis solares térmicos para AQS.

Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI)

As fotografias das figuras nº 4.1, nº 4.2, nº 4.3, nº 4.4 e nº 4.5 foram tiradas no INETI.



Figura nº 4. 1 – Fachada do edifício do INETI (painéis fotovoltaicos).

Na figura nº 4.1 é possível observar os painéis fotovoltaicos instalados na fachada do INETI, os quais se encontram esteticamente integrados no edifício, não interferindo com a sua arquitectura.

Nas fotografias das figuras nº 4.2, nº 4.3, nº 4.4 e nº 4.5 observam-se outros tipos de painéis solares.



Figura nº 4. 2 – Conjunto de 8 CPC instalados em série num dos telhados do INETI.



Figura nº 4. 3 e Figura nº 4. 4 – Conjunto de 8 CPC instalados em série num dos telhados do INETI (vista posterior) e pormenor da ligação entre dois CPC (suporte metálico).



Figura nº 4. 5 – Conjunto de 24 CPC instalados em série num outro telhado do INETI.

As figuras nº 4.2, nº 4.3, nº 4.4 e nº 4.5 apresentam colectores parabólicos concentradores (CPC) para aquecimento de águas sanitárias, em diferentes posições e em diferentes telhados. Estes colectores possuem um sistema por circulação forçada e a ligação feita entre eles é em série. Além disso, é possível observar que foi utilizada uma estrutura metálica para melhorar a inclinação dos colectores, de forma a maximizar a sua eficiência. Porém, o tipo de estrutura usada apresenta algumas deficiências em termos estéticos, visto que aumenta a área visível do painel. Contudo, neste caso, e pelo facto dos colectores estarem instalados num telhado plano, o impacto estético não é muito elevado, visto estes não serem facilmente visíveis ao nível do chão.

ESCOLA Nº 51 – LUÍZA NETO

As fotografia das figuras nº 4.6 e nº 4.7 foram tiradas na Escola nº 51 – Luíza Neto.



Figura nº 4. 6 e Figura nº 4. 7 – Conjunto de 3 CPC na zona técnica da escola e traçado de linhas por onde passam as tubagens que ligam os colectores ao depósito acumulador.

Na figura nº 4.6 observam-se três CPC para AQS, com sistema de circulação forçada, colocados sobre o telhado da área técnica da escola. Na figura nº 4.7 observam-se as linhas a amarelo no chão que sinalizam o trajecto das tubagens que ligam os colectores ao depósito acumulador. Estas estão devidamente sinalizadas para que não sejam danificadas durante possíveis perfurações no terreno.

Na figura nº 4.6 os painéis estão ligeiramente inclinados de forma a maximizar a sua eficiência. Porém, neste caso, a colocação dos painéis noutra ângulo ou orientação não conduziria a menores impactes visuais, visto o telhado deste edifício ser facilmente visível em vários pontos das imediações da escola. Assim, a perda de eficiência associada a uma melhor integração dos painéis no telhado não se justifica neste caso.

GEBALIS

As fotografias das figuras nº 4.8, nº 4.9, nº 4.10 e nº 4.11 foram tiradas na empresa GEBALIS.



Figura nº 4. 8 e Figura nº 4. 9 – Pannel solar térmico do tipo “kit” com sistema termossifão instalado no telhado do edifício de serviços da GEBALIS (vista frontal e posterior).



Figura nº 4. 10 e Figura nº 4. 11 – Pannel solar térmico do tipo “kit” com sistema termossifão instalado no telhado do edifício de serviços da GEBALIS (vista lateral) e pormenor da descrição do depósito acumulador.

As figuras nº 4.8, nº 4.9, nº 4.10 e nº 4.11 retratam um colector solar térmico para AQS do tipo “kit” (termossifão), em que o depósito acumulador está situado sobre o próprio colector.

Este tipo de colector é utilizado mais frequentemente quando as necessidades de água quente não são muito elevadas, como em casos de moradias, por exemplo. Além disso, estes sistemas são mais económicos e a sua instalação é relativamente fácil. Contudo, estes colectores provocam impactes estéticos negativos superiores. Tendo em conta que o depósito e o colector estão concebidos de forma

a ficarem juntos, as possibilidades de integração nos edifícios fica reduzida, aumentando bastante o impacte visual da sua instalação. Além disso, o volume ocupado pelo depósito acumulador é muito inestético e, mesmo em telhados planos do tipo terraço, é difícil que fiquem imperceptíveis.

PISCINAS MUNICIPAIS DE SETE RIOS

As fotografias das figuras nº 4.12, nº 4.13, nº 4.14 e nº 4.15 foram tiradas nas piscinas municipais de Sete Rios.



Figura nº 4. 12 e Figura nº 4. 13 – Conjunto de 112 painéis solares térmicos.



Figura nº 4. 14 e Figura nº 4. 15 – Parte posterior dos vários painéis solares térmicos e pormenor da estrutura metálica de suporte.

Nas figuras nº 4.12, nº 4.13, nº 4.14 e nº 4.15 é possível observar um conjunto de 112 colectores solares térmicos para aquecimento da água das piscinas com sistema de circulação forçada e dispostos em série.

Neste caso o número de painéis é bastante elevado e são utilizadas estruturas de suporte de forma a melhorar o ângulo de inclinação dos mesmos (figuras nº 4.14 e nº 4.15). Como os painéis estão

instalados num telhado do tipo terraço os impactes visuais associados não são significativos o suficiente que justifiquem um outro tipo de integração.

Edifício multifamiliar na Amadora

Seguidamente, e a título de exemplo, são apresentadas as fotografias das figuras nº 4.16 e nº 4.17, tiradas em frente aos Comandos da Amadora, que tipificam maus exemplos na forma de instalar colectores solares.



Figura nº 4. 16 e Figura nº 4. 17– Integração de painel solar térmico por circulação forçada com deficiente integração estética.

O colector solar apresentado nas figuras nº 4.16 e nº 4.17 possui sistema de circulação forçada para aquecimento de águas sanitárias e está instalado num edifício multifamiliar. Neste caso, o colector foi direccionado a Sul de forma a maximizar o potencial de aproveitamento solar para esse fim. Contudo, houve a necessidade de recorrer a suportes metálicos, pouco estéticos, de forma a direccionar os colectores a Sul. Porém, esta solução não é de todo interessante em termos arquitectónicos. Nestes casos, é preferível aumentar a área do colector de forma a que esse aumento permita colmatar a perda de eficiência resultante de um posicionamento com uma melhor integração arquitectónica.

4.2 Inquérito às empresas de painéis solares térmicos

Os resultados dos inquéritos foram tratados com o programa Microsoft Office Excel 2007 e apresentados na forma de gráficos e tabelas. Em alguns casos agregou-se informação de várias questões e de secções distintas de forma a compararem-se situações semelhantes. Além de questões de resposta directa, o inquérito possui também nove questões de resposta aberta, divididas pelas

diferentes secções, à excepção da secção V que não possui nenhuma questão deste tipo. Nas questões de resposta aberta apresentam-se apenas as respostas que traduzem a maioria das opiniões ou que, pela sua singularidade, são significativamente importantes para a análise dos resultados. O inquérito encontra-se no Apêndice A: figuras A1, A2, A3, A4, A5 e A6.

Inicialmente, são apresentados os resultados das secções I, II e III (direccionadas para todas as empresas independentemente da sua actividade) e, posteriormente, os resultados das secções IV, V e VI (para ser respondidas apenas por ramo de actividade (s) da empresa (s)). Na tabela nº 4.1 é possível observar o ramo de actividade (s) das diferentes empresas.

Tabela nº 4. 1 – Ramo (s) de actividade (s) das empresas

Nome da Empresa	Fabrico	Venda	Manutenção
AoSol, Energias Renováveis, S.A.	x	x	x
Áton – Energias, Lda.		x	x
Baxiroca, Sistemas Aquecimento Unipessoal, Lda.	x	x	x
Canal Centro, S.A.		x	
Engisun		x	x
Enrepo, Lda.		x	x
ERI – Engenharia, S.A.		x	x
Galécia, Produtos para a Indústria e Construção, Lda.		x	x
Hidrion Group		x	x
Hipertérmico, Lda.		x	x
Immosolar, Lda.		x	
Openplus, Lda.	x	x	x
Relopa, S.A.		x	
Solarinox, Energias Renováveis, Lda.	x		
Solco Europe, Lda.	x		
Solution		x	x
Sonnenkraft Portugal	x	x	
Suncore - Energias, Lda.		x	x
Upper Level, Energias Renováveis, Lda.		x	x
Zenergia, Lda.		x	x
Total	20	18	14

Nota1: De notar que existem empresas com mais do que um ramo de actividade

Nota2: Fabrico = Fabrico/produção; Venda = Venda/distribuição/representação; Manutenção = Instalação/manutenção

Pela observação da tabela nº 4.1 verifica-se que a maior parte das empresas inquiridas pertence ao ramo de venda e manutenção dos equipamentos solares. As empresas do ramo de fabrico possuem

menor expressão numérica, quando comparadas com as empresas dos ramos descritos anteriormente. De notar que foram inquiridas 49 empresas, mas só responderam 20.

Existem, actualmente, 54 empresas fabricantes ou integradoras de sistemas, detentoras de marca própria, abrangidas pela Medida Solar Térmico 2009 e a essas empresas estão afectas um número indeterminado de distribuidores e instaladores. Esta massa empresarial, que actua nas vertentes do fabrico, importação, distribuição e instalação, geram um volume de negócios superior a 200 milhões de euros, destacando-se cerca de 6000 empresas instaladoras e 4000 trabalhadores afectos à rede de importadores, revendedores e assistência técnica (Comunicação pessoal de Joana Freitas, 2009).

Instalação de sistemas solares em edifícios de serviços e edifícios familiares

A figura nº 4.18 resultou da agregação de duas questões da secção I, com possibilidade de mais do que uma resposta, de forma a comparar as melhores soluções para a instalação de sistemas solares em edifícios de serviços e edifícios familiares.

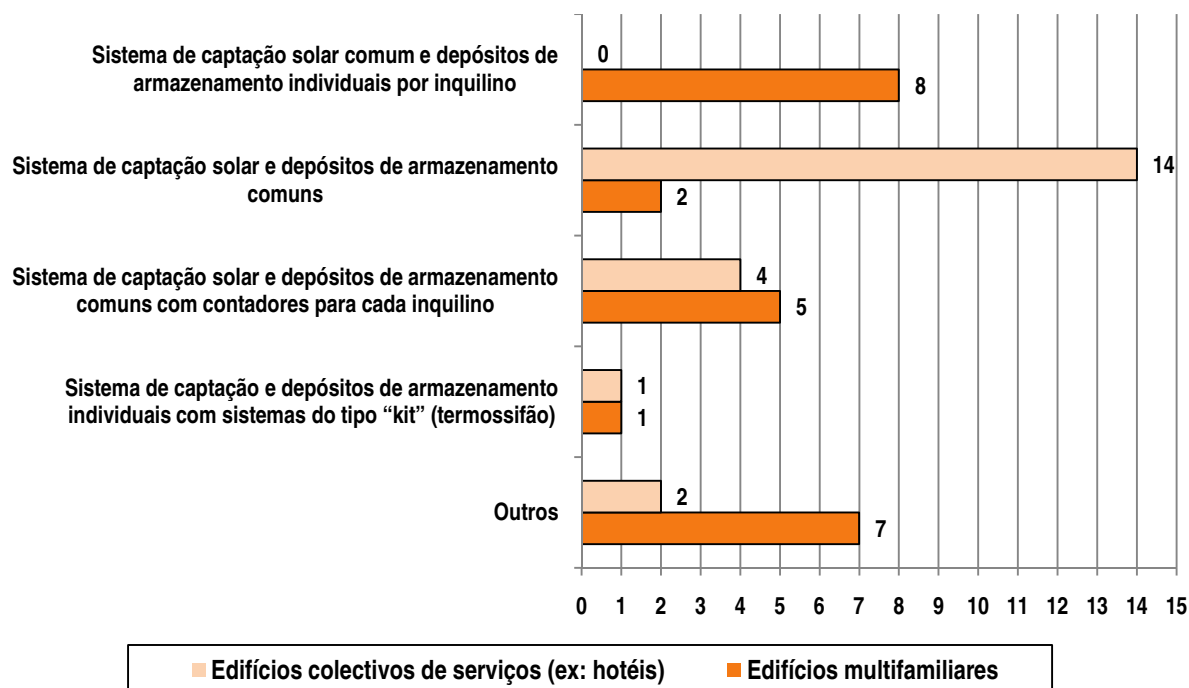


Figura nº 4. 18 – Melhores soluções para a instalação de sistemas solares em edifícios colectivos de serviços (ex: hotéis) e edifícios multifamiliares.

Pela observação da figura nº 4.18 a maior parte das empresas optaram, no caso dos edifícios de serviços, pelo sistema de captação solar e depósitos de armazenamento comuns (14 respostas). Além disso, duas empresas propuseram outro tipo de soluções (tabela nº 4.2). No caso dos edifícios multifamiliares a maioria das empresas (oito respostas) optaram por um sistema de captação solar comum e depósitos de armazenamento individuais por inquilino. Uma parte considerável propôs outro tipo de sistema (tabela nº 4.3).

Tabela nº 4. 2 – Soluções de instalação de sistemas solares em edifícios colectivos de serviços (ex: hotéis).

Empresa	Resposta
Engisun	A melhor opção para serviços colectivos ou consumidores intensivos de energia é um sistema de captação solar único para AQS (ou água quente no caso de produção em indústrias) com armazenamento de energia em acumulador devidamente dimensionados. No caso de existirem piscinas interiores o sistema pode ser o mesmo ou haver mais um adicional funcionando independente do primeiro. Existem nestes casos diversas soluções que dependem, entre outros factores, das necessidades e do local de implementação.
ERI	Sistema de captação solar comum e depósitos de armazenamento comuns e com contadores para cada inquilino e armazenamento individuais por inquilino de volume reduzido.

No primeiro caso da tabela nº 4.2, a melhor solução passa pela utilização de um sistema de captação solar comum e, pelo facto do inquirido referir a necessidade de um acumulador bem dimensionado, leva a crer a utilização de um único depósito de armazenamento comum a todos os utilizadores. Contudo, esta solução já estava considerada no questionário. No segundo caso, a solução é semelhante, mas com a particularidade de incluir, em simultâneo, contadores e depósitos de armazenamento individuais para cada inquilino e ainda um depósito de armazenamento comum. Esta solução, apesar de encarecer o processo substancialmente, é uma solução viável, no caso de existir mais do que um proprietário. Contudo, no caso exemplificado (hotéis) existe, à partida, apenas um proprietário, não sendo os custos de utilização repartidos. Logo não se justifica este investimento.

Tabela nº 4. 3 – Soluções de instalação de sistemas solares em edifícios colectivos multifamiliares.

Empresa	Resposta
Canal Centro	Sistema de captação comum, com acumulação colectiva estratificada, distribuição por inércia, com produção instantânea em cada fracção, seguido de kit solar e apoio.
Engisun	A melhor opção é um sistema de captação solar único para AQS (ou AQP no caso de indústrias) com armazenamento de energia em acumulador bem dimensionado.
Enrepo	Sistema de captação solar comum, depósito comum e permutadores individuais.
ERI	Sistema de captação solar comum e depósitos de armazenamento comuns e com contadores para cada inquilino e armazenamento individuais por inquilino de volume reduzido.
Immosolar	Sistema de captação e depósito individual, forçado.
Openplus	Central de produção de água quente (caldeira) em conjunto com sistemas solares e contadores por cada inquilino.
Sonnenkraft	Sistema de captação solar, depósitos de armazenamento comuns e estações de transferência (permutadores) individuais, com ou sem contadores para cada inquilino.

Pela análise da tabela nº 4.3, para edifícios multifamiliares, a melhor solução teórica passa pela utilização de um sistema de captação e armazenamento colectivos, mas na prática, a única forma dos moradores utilizarem estes equipamentos passa pela utilização de um sistema de captação comum, mas com depósitos individuais.

No caso dos edifícios colectivos de serviços essa situação já não se coloca, visto que, na maioria dos casos, se trata de um único proprietário.

Na tabela nº 4.4 apresentam-se alguns comentários das empresas acerca deste tópico.

Tabela nº 4. 4 – Comentários das empresas acerca da instalação de sistemas solares em edifícios.

Empresa	Resposta
AoSol	A melhor solução é, sem dúvida, a de haver um sistema colectivo a funcionar sobre um só acumulador, mas o individualismo típico do português não ajuda o seu sucesso no mercado. Em sistemas de serviços torna-se mais fácil, o utilizador faz contas e é mais racional.
Áton	Os sistemas a colocar em habitações colectivas (blocos e não vivendas) deveriam ser sempre colectivos, pois é nesta configuração que realmente se obtém a economia e eficiências desejadas. Para além disto, os sistemas forçados são os mais eficientes pelo que os sistemas termossifão para instalações colectivas são uma aberração. No entanto, e porque a decisão de colocação de energia solar em habitações colectivas recai, principalmente, nos construtores, estes querem o mais barato, pois nunca terão intenção de os usar. Aliado a este facto, existe também o problema português intrínseco, o qual não nos permite viver em condomínio. Logo, toda e qualquer instalação colectiva é um problema.
Canal Centro	Na questão relativa aos edifícios multifamiliares tem de se ter em conta a eficiência energética e o risco de ter acumuladores individuais, daí a minha resposta ser direccionada para a produção instantânea, pois eliminamos o risco da Legionella e outras bactérias e imputamos o consumo de água directamente a cada fracção. Desta forma não é necessário gastar recursos com uma contabilização de energia, sendo apenas necessário executar uma selecção dos permutadores tendo em conta o consumo. Na questão dos edifícios colectivos (ex. hotéis) torna-se mais fácil, pois existe apenas um “cliente”, sendo os custos suportados pela instituição, logo podemos ter uma acumulação de AQS centralizada, respeitando as necessidades e combatendo mais facilmente a instalação de fontes de calor de potências exageradas, já que podemos antecipar a acumulação de energia progressivamente.
Enrepo	Na questão relativa aos edifícios multifamiliares um sistema de captação solar comum com depósito comum e permutadores individuais permite um máximo aproveitamento solar. Na questão dos edifícios colectivos (ex. hotéis) um sistema de captação solar e depósitos de armazenamento comuns é o sistema mais económico uma vez que não necessita de controlo individual de custos.
Openplus	Para uma eficiente racionalização energética faz sentido criar centrais de distribuição de água quente para empreendimentos colectivos em que seja cobrada a sua utilização através da utilização de contadores entálpicos. Estes sistemas são largamente utilizados no Norte da Europa, com provas dadas quanto à sua valia.
Solarinox	Quando o cliente quer o apoio na zona dos depósitos não precisa de contadores individuais.
Solution	O sistema de armazenamento comum implica permutadores individuais, que não obrigam a contadores de água colectivos, mas sim individuais.
Suncore	Na questão relativa aos edifícios multifamiliares cada pessoa deve ter o seu “sistema individual” (depósito e grupo hidráulico) e ser responsável por ele. Na questão relativa a edifícios colectivos de serviços o sistema de captação solar e os depósitos de armazenamento comuns permitem que o controlo e a manutenção do sistema e ligação aos já existentes sejam mais fáceis. Além disso, nos volumes de consumos variados, é mais fácil controlar as poupanças.
Sonnenkraft	Somos apologistas da utilização, sempre que possível, de sistemas comuns de captação e depósitos de inércia em vez de depósitos de AQS. Nos edifícios de habitação multifamiliares é preferível fazer a transferência de energia através de permutadores de placa (estações de transferência), cuja eficiência ronda os 75%, do que através de depósitos individuais, cujos permutadores têm uma eficiência de 55%. Somos totalmente contra a utilização de sistemas termossifão, seja para que situação for.
Upper Level	Dependente das condições físicas e dos requisitos do cliente e o tipo de utilização escolhe-se a melhor configuração. A tecnologia existe, logo pode ser aplicada na configuração preferida.
Zenergia	Na questão relativa aos edifícios multifamiliares considero que o sistema mais vantajoso é o sistema de captação solar comum e depósitos de armazenamento individuais por inquilino, devido ao facto de, se existir algum inquilino ausente, essa energia não gasta será distribuída pelos outros inquilinos.

Numa entrevista realizada à AoSol, esta considera que existem várias possibilidades para a instalação de painéis solares térmicos em edifícios colectivos/multifamiliares, sendo uma delas a instalação de um sistema solar colectivo com depósitos na casa de cada inquilino (Comunicação pessoal do Prof. Doutor Manuel Collares Pereira). A resposta da Vulcano foi semelhante. Nos edifícios de habitação multifamiliares com fracções autónomas a melhor opção é a utilização de um único campo de colectores na cobertura do edifício, ligado a um circuito de circulação fechada e posterior alimentação a

um depósito individual por cada inquilino/fracção. A água entra inicialmente nos depósitos (que podem instalar-se nas cozinhas ou numa marquise) e recebe a energia solar proporcional, i.e., existe um caudal único em circulação que é distribuído por cada fracção consoante a tipologia da habitação, ou seja, cada habitação terá um caudal diferentes consoante as suas necessidades e só pagará pelo que consome (Comunicação pessoal de André Cruz).

Assim, a melhor solução para edifícios multifamiliares passa pela utilização de um sistema de captação solar comum com depósitos de armazenamento individuais, contribuindo para um aproveitamento da energia solar de uma forma individual e facilitando o processo de decisão em casos de existência de mais do que um inquilino nos edifícios.

Integração estética dos equipamentos

Neste tópico, 19 das empresas possuem preocupações relacionadas com a integração estética dos equipamentos nos edifícios e apenas uma empresa respondeu que não tem essa preocupação.

A maioria das empresas são de comum acordo que a instalação dos sistemas solares deve ser efectuada tentando minimizar o seu impacte, mesmo que isso represente algum prejuízo em termos de eficiência. Além disso, algumas empresas referem que o cliente procura soluções que se enquadrem esteticamente nos edifícios e que este factor pode ser decisivo para a aquisição dos equipamentos.

Na tabela nº 4.5 apresentam-se algumas das soluções propostas pelas empresas.

Tabela nº 4. 5 – Soluções propostas pelas empresas acerca da integração estética dos equipamentos.

Empresa	Resposta
Áton	Sempre que possível, a integração estética é tida em conta pois, muitas vezes, permite inclusive a criação de espaços para o cliente.
Baxiroca	Suportes Encastráveis; cobertura/suportes de fachada específicos para questões estéticas (painéis para fachadas).
Enrepo	Podemos colocar os depósitos embutidos no telhado.
Hidrion Group	Utilização de estrutura da reorientação dos painéis em casos estritamente necessários. Além disso, verificamos sempre primeiro a penalização da colocação dos painéis integrados na habitação face à situação óptima.
Immosolar	Painéis de diferentes dimensões que permitem uma integração fácil.
Relopa	As nossas recomendações vão sempre no sentido de integrar esteticamente, mesmo com algum prejuízo (aceitável) para o rendimento.
Solco Europe	Escolha de sistemas integrados, discretos e em harmonia com o espaço envolvente.
Sonnenkraft	Colectores de fachada, colectores de integração no telhado e sistemas domésticos compactos, onde o controlador e grupo hidráulico são colocados no depósito, sem necessidade de os colocar na parede.
Zenergia	Temos preocupações com a integração estética no edifício, porque no acto de compra muitos clientes já vêm com essa preocupação, tornando-se assim numa mais-valia para a empresa.

Numa entrevista à Vulcano acerca da eficiência versus enquadramento estético, obteve-se a seguinte resposta: “Do ponto de vista do fabricante achamos que o equipamento só deverá ser instalado se forem verificadas as condições necessárias. Deve existir uma relação de compromisso entre as

necessidades do engenheiro e do arquitecto, sendo necessário que ambos estabeleçam uma comunicação positiva. Segundo o RCCTE, deve privilegiar-se a multidisciplinaridade. Se em vez de 35º de inclinação se optar por 25º para se obter uma melhor integração estética no edifício, ainda que se obtenha um rendimento ligeiramente menor, óptimo” (Comunicação pessoal de André Cruz, 2010).

Programa “chave-na-mão” do governo

Na figura nº 4.19 é apresentado um gráfico relativo ao número e respectiva percentagem de empresas que fazem parte do programa “chave-na-mão” do governo.

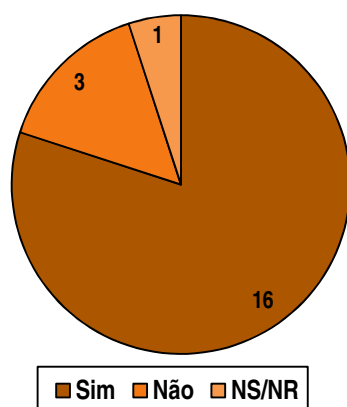


Figura nº 4. 19 – Número de empresas que fazem parte do programa “chave-na-mão” do governo.

Pela observação da figura nº 4.19, a maioria das empresas inquiridas (16) fazem parte da lista do governo, relativa ao programa de incentivos para a aquisição de painéis solares térmicos no ano de 2009 e apenas três não fazem parte dessa lista. Este factor é determinante para aumentar os níveis de competitividade das empresas deste ramo.

A AoSol, como resultado da entrevista, considera que o programa do governo “chave-na-mão” contribuiu para uma melhoria na política energética actual fomentando o recurso e a penetração da energia solar térmica em Portugal (Comunicação pessoal de Prof. Doutor Manuel Collares Pereira). Para a Vulcano, a Medida Solar Térmico 2009 foi, sem dúvida, muito importante para o crescimento do sector solar em Portugal, principalmente devido aos factores incentivo e comunicação/publicidade. No entanto, a instalação de painéis solares em 2009 não se deveu exclusivamente à MST2009, precisamente porque este kits “chave-na-mão” não suprem as necessidades de todos os projectos. Sem dúvida que ajudará a atingir os objectivos do governo, 1 700 000 m² de painéis solares térmico em 2020, mas é necessário que este apoio se mantenha para não haver uma queda abrupta do mercado. Mas, mais importante ainda é garantir que as instalações sejam devidamente efectuadas, pois só um projecto bem dimensionamento e bem executado contribui para a eficácia na racionalização do consumo de energia e, consequentemente, para uma melhoria da situação energética nacional (Comunicação pessoal de André Cruz).

Procura de equipamentos solares térmicos

Quanto à possibilidade de um aumento na procura de equipamentos solares, resultante dos incentivos do governo, sete empresas optaram por não responder. As restantes empresas acreditam, no geral, que os incentivos contribuíram para um aumento na ordem dos 20 a 30%. Duas empresas responderam que esse aumento foi na ordem dos 45 a 50% e uma empresa respondeu que os incentivos levaram a um aumento na procura de 300%. Na tabela nº 4.6 apresentam-se alguns comentários acerca desta questão.

Tabela nº 4. 6 – Comentários relativos ao aumento da procura de equipamentos solares térmicos.

Empresa	Resposta
Engisun	O incentivo do governo aumentou a curiosidade dos cidadãos no que respeita a esta tecnologia. No entanto, muitos pensam tratar-se de energia solar fotovoltaica e, muitas vezes mal informados, julgam que este sistema é muito eficaz para o aquecimento central, o que não é verdade. A curiosidade dos cidadãos não se traduz, na grande parte dos casos, na aquisição do sistema. Contudo, a venda de colectores aumentou ligeiramente.
Upper Level	Não sabemos a percentagem de aumento da procura. Sabemos que graças aos incentivos do governo muitas pequenas e médias empresas de painéis solares térmicos ficaram prejudicadas.

No caso das empresas cujo ramo de actividade é a venda/distribuição/representação, e quando inquiridas sobre esta questão, cerca de 78% das empresas concordaram que este incentivo tem contribuído para o aumento da procura.

Factores de descrédito da população face ao solar térmico

Na figura nº 4.20 estão representados os factores que têm conduzido ao descrédito da população face ao solar térmico, segundo o inquérito realizado.

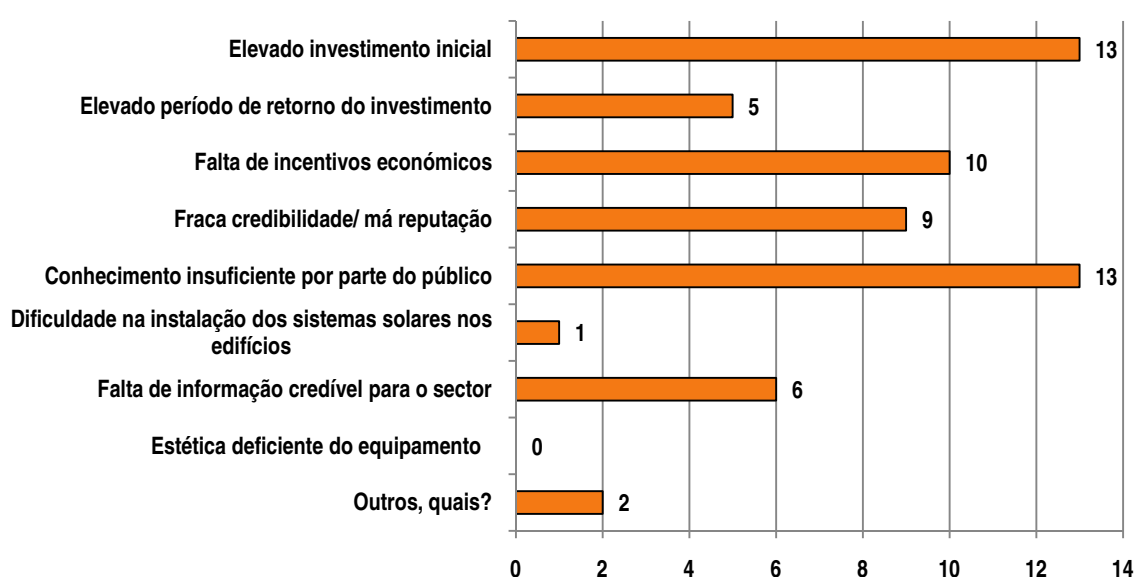


Figura nº 4. 20 – Factores que conduzem ao descrédito da população face ao desenvolvimento do solar térmico.

Pela análise da figura nº 20, a maior parte das empresas aponta o elevado investimento inicial e o conhecimento insuficiente por parte do público como as principais causas para o descrédito da população. Como factores menos referidos destacam-se a dificuldade na instalação dos sistemas solares nos edifícios e a falta de estética dos equipamentos. Este resultado demonstra que a integração dos equipamentos nos edifícios ainda não merece a atenção da maioria da população, levando a que muitos edifícios continuem a ser alvo de más instalações, que põem em causa não só a sua arquitectura, mas também a sua segurança e estabilidade.

Segundo os resultados de um inquérito realizado, do Grupo Temático “Energia Solar Térmica” do fórum “Energias Renováveis em Portugal”, sobre o fraco desenvolvimento do solar térmico activo em Portugal efectuado a elementos do grupo e a outras pessoas intervenientes, as barreiras identificadas ao desenvolvimento do solar térmico foram o seu elevado investimento inicial, a fraca credibilidade/má reputação, o pouco conhecimento por parte do público, o constrangimento a nível da construção dos edifícios e a falta de informação credível sobre o sector (Água Quente Solar, 2009a).

Para Pimenta, 2006, “o maior obstáculo ao solar térmico resulta da ignorância generalizada. Há em Portugal uma situação de imensa inércia, por exemplo, no caso da energia solar. Não é caro, porque se paga em menos de seis anos; não é feio, porque o painel assenta directamente em cima do telhado; não está a 39º, que é o ideal, está a 22º, tem menos cinco por cento de rendimento”.

Segundo Fernandes, 2009, “o solar térmico já foi vítima em Portugal da displicência da Administração, alheia à regulamentação do mercado emergente dos colectores solares nos anos 80, o que se traduziu numa “vacina” contra o solar térmico em Portugal. E, na realidade, ainda hoje, em 2009, o que vemos é um conjunto de aspectos menos claros em relação ao solar térmico, que indiciam a falta de uma visão política clara sobre a sua relevância estratégica para Portugal [...] os actuais apoios ao solar térmico são claramente excessivos e a fórmula, via balcão bancário, é insuficiente e inapropriada porque é contrária à natureza do seu objecto; os preços dos colectores solares estão demasiado altos, estimulados pelo incentivo; a fiscalidade ao nível do IVA é incoerente e inconsistente; e falta uma política de compras públicas coerente através de concursos públicos para “abastecer” todas as instituições públicas, nomeadamente da saúde, da solidariedade social e escolas. Seria necessário um programa especial para a habitação social, nova e existente, e é de toda a urgência a promoção da avaliação *post* ocupacional para controlo das insuficiências profissionais ou outras que podem sempre ocorrer numa campanha massiva e não só das instalações que receberam incentivos via balcão bancário, mas de todas as demais, em prol da credibilização e da eficácia do solar térmico”.

Incentivos que contribuem para o aumento da procura

A figura nº 4.21 traduz os incentivos que contribuem para o aumento da procura.

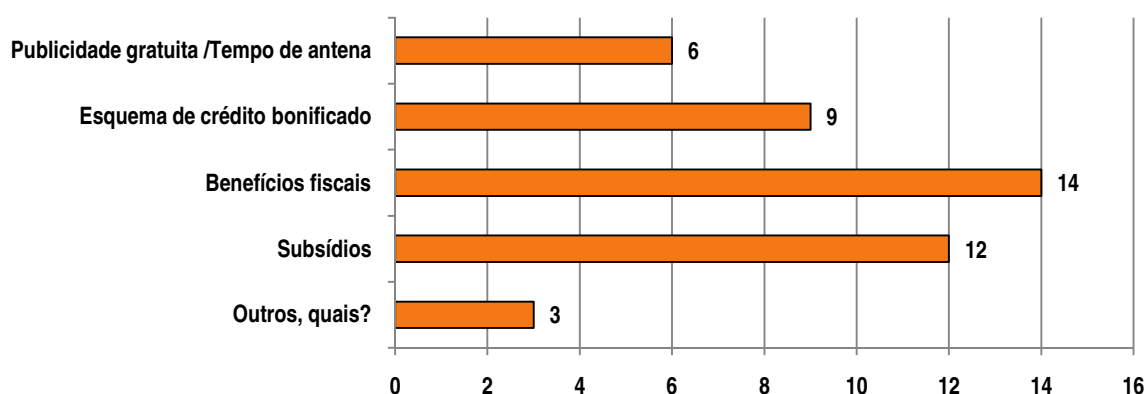


Figura nº 4. 21 – Incentivos que conduzem ao aumento da procura.

As empresas inquiridas apontam os benefícios fiscais e os subsídios como os principais incentivos que contribuem para o aumento da energia solar, seguidos do esquema bonificado e da publicidade gratuita/tempo de antena. Além disso, foram sugeridos outros tipos de incentivos (tabela nº 4.7).

Tabela nº 4. 7 – Incentivos que podem contribuir para o aumento da energia solar.

Empresa	Resposta
Áton	Fiscalização de empresas não competentes no mercado.
Solarinox	Informação credível aos consumidores.
Upper Level	A longo prazo: formação nas escolas sobre energia renovável/alternativa.

Certificação dos produtos e das empresas

A tabela nº 4.8 traduz as diferentes fases do processo de certificação das empresas.

Tabela nº 4. 8 – Processo de certificação dos produtos e empresas

	EN 12975-1,2	EN 12976-1,2	ISO 9001	ISO 14001	EMAS
Possui	8	3	4	1	0
A decorrer	0	1	1	1	0
Em análise	0	4	3	2	2
Não possui, s/ interesse	5	3	6	6	5
NS/NR	7	9	6	10	13
TOTAL	20	20	20	20	20

Na tabela nº 4.8 observa-se que o processo de certificação ainda se encontra numa fase embrionária, sendo necessário apostar na sensibilização das empresas para a importância deste processo. Na verdade, mais de metade das empresas não se encontram certificadas, assim como os seus produtos, não possuem interesse na certificação ou não têm conhecimentos acerca deste processo.

A APISOLAR, na entrevista realizada, afirma que “todos os equipamentos das empresas inseridas na MST2009 têm obrigatoriamente certificação Solar Keymark ou equivalente. Isto significa que todos os

painéis solares disponíveis na MST2009 tiveram de ser previamente testados em laboratório e que cumprir os requisitos das normas EN 12975-1,2 e EN 12976-1,2”.

Processo de garantia

Todas as empresas inquiridas concedem garantia aos seus clientes nos produtos fabricados e/ou vendidos ou nos serviços prestados. Na figura nº 4.22 apresenta-se o tempo de garantia concedido.

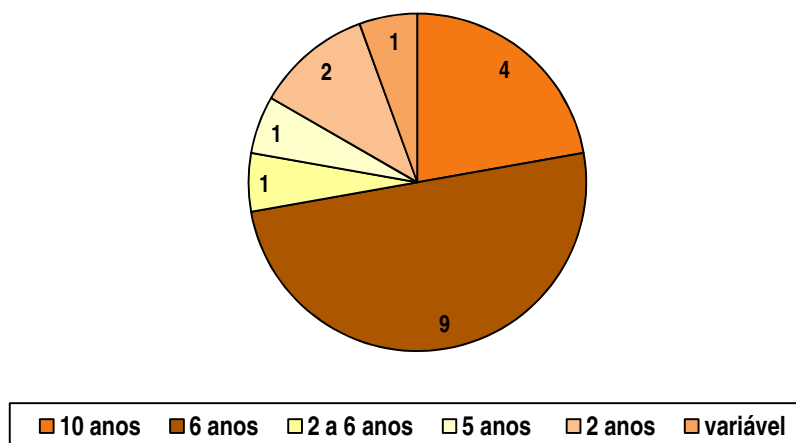


Figura nº 4. 22 – Tempo de garantia concedido ao cliente.

Assim, pode dizer-se que o tempo de garantia concedido pelas empresas é variável, ainda que, em termos regulamentares, deva obedecer a algumas imposições.

Reclamações durante o período de garantia

A figura nº 4.23 apresenta a quantidade de empresas e respectiva percentagem que recebe reclamações durante o período de garantia.

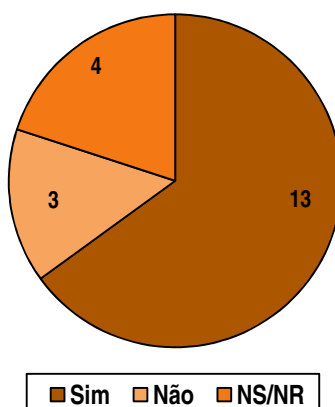


Figura nº 4. 23 – Número de empresas que recebem reclamações durante o período de garantia dos equipamentos.

Quando questionadas acerca da existência, ou não, de reclamações durante o período de garantia, 13 empresas assumem a existência de reclamações durante esse período e apenas três afirmam não ter

qualquer tipo de reclamação durante todo o processo inerente à instalação e utilização dos equipamentos solares térmicos.

Além disso, houve empresas que referiram as percentagens de reclamação (figura nº 4.24).

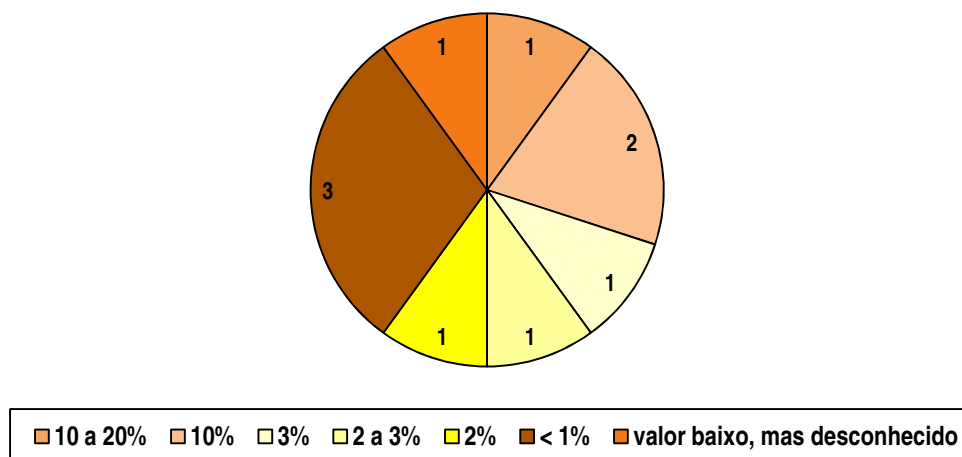


Figura nº 4. 24 – Percentagens de reclamações.

Mas só houve uma empresa que determinou a causa das reclamações dos clientes (tabela nº 4.9).

Tabela nº 4. 9 – Causas de reclamação durante o período de garantia.

Empresas	Respostas
SolcoEurope	Originados, na sua maioria, por problemas de instalação.

Quanto às queixas recebidas e respeitante à instalação e/ou funcionamento dos equipamentos solares, a APISOLAR, no âmbito da entrevista realizada, descreve que o cliente final, normalmente, recorre à banca ou à empresa para mostrar o seu descontentamento. Pelo *feedback* que a APISOLAR ausculta junto do mercado, os clientes finais queixosos são aqueles que têm de despende mais verba do que a que estava prevista, ou seja, nas situações em que a tubagem do depósito dista mais de 10 metros dos painéis. Isto sucedeu, essencialmente, no início da implementação da medida, pois os clientes não eram bem esclarecidos pela Banca. Segundo a PMElink, Lda, entidade que gere todo o processo de encomenda, o número de queixas não é significativo (Comunicação pessoal de Joana Freitas).

Já a Vulcano afirma que recebe reclamações, mas não pelo facto de vender o produto directamente ao cliente final, mas pelo facto de ser a marca Vulcano que está nos equipamentos. A Vulcano desenvolve um marketing intenso ao cliente final para que ele adquira os produtos, logo é à Vulcano que chegam as reclamações. Muitas das reclamações são de clientes que compraram os equipamentos a empresas de instalação ou através do programa do governo “chave-na-mão”, mas que ligam para a Vulcano, enquanto fabricante. As principais reclamações estão relacionadas com uma deficiente e inestética instalação dos equipamentos e com a existência de fugas nos sistemas. Estas fugas resultam,

frequentemente, de fugas pré-existent nas instalações de água ou pelo facto de não ter sido feito um bom “arranque” do sistema (não foram seguidos os passos correctos para um correcto arranque dos sistema). Cerca de 99% das reclamações resulta de um instalação incorrecta relacionada com a parte hidráulica e o rendimento (Comunicação pessoal de André Cruz).

Preocupações ambientais

Na figura nº 4.25 é possível observar os tipos de preocupações ambientais tidas durante o decurso da (s) actividade (s) das empresas inquiridas.

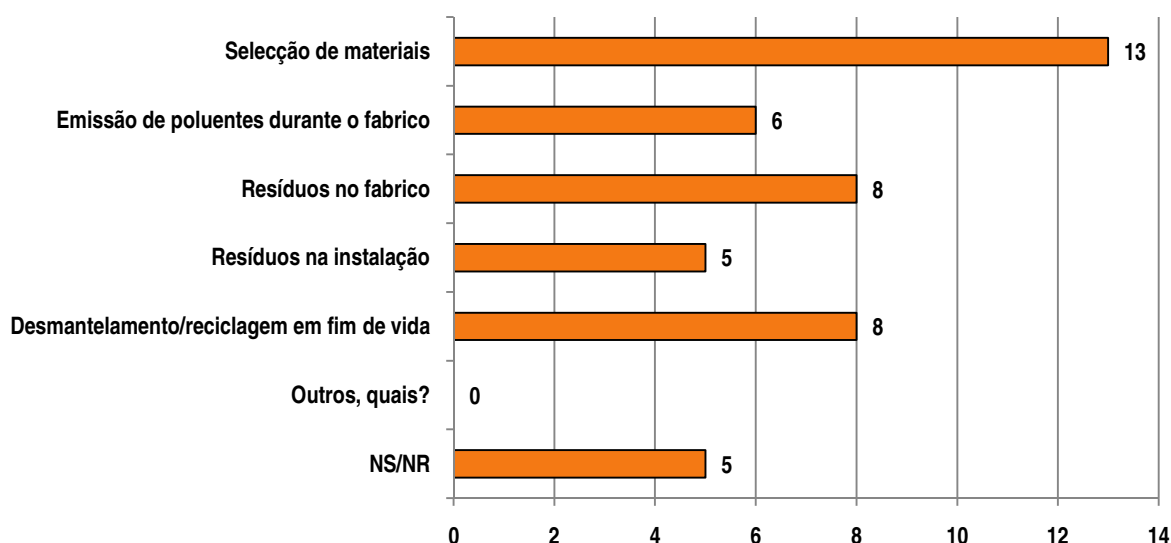


Figura nº 4. 25 – Tipos de preocupações ambientais assumidas pelas empresas no decurso da sua actividade.

Pela observação da figura nº 4.25, as principais preocupações ambientais das empresas relacionam-se com a selecção dos materiais, com os resíduos no fabrico, com o desmantelamento/reciclagem em fim de vida, com as emissões de poluentes durante o fabrico e com os resíduos durante a instalação.

Na tabela nº 4.10 encontram-se descritas, em detalhe, algumas das preocupações ambientais das empresas.

Tabela nº 4. 10 – Preocupações ambientais das empresas.

Empresas	Respostas
Upper Level	Remoção e reciclagem de instalações antigas.
SolcoEurope	É realizada uma selecção criteriosa de resíduos dentro da própria fábrica, por cada trabalhador, sendo esses resíduos armazenados num “eco-armazém” e enviados para reciclagem (resíduos não contaminados) ou para destruição (resíduos contaminados), através duma empresa certificada.
Canal Centro	Trabalhamos com muitos canalizadores e sensibilizamo-los para que ajudem na poupança de água, além de oferecermos aos instaladores equipamentos com boa eficiência energética. Temos uma política forte em reciclagem e poupança de recursos, frisando que não devem ser desperdiçados.
Áton	As nossas marcas (alemãs) têm o registo Anjo azul que garante a não agressividade dos materiais usados nos nossos equipamentos.

Responsabilidade de desmantelamento/manutenção

Na figura nº 4.26 pode observar-se um gráfico que traduz a responsabilidade pelo desmantelamento/manutenção dos equipamentos.

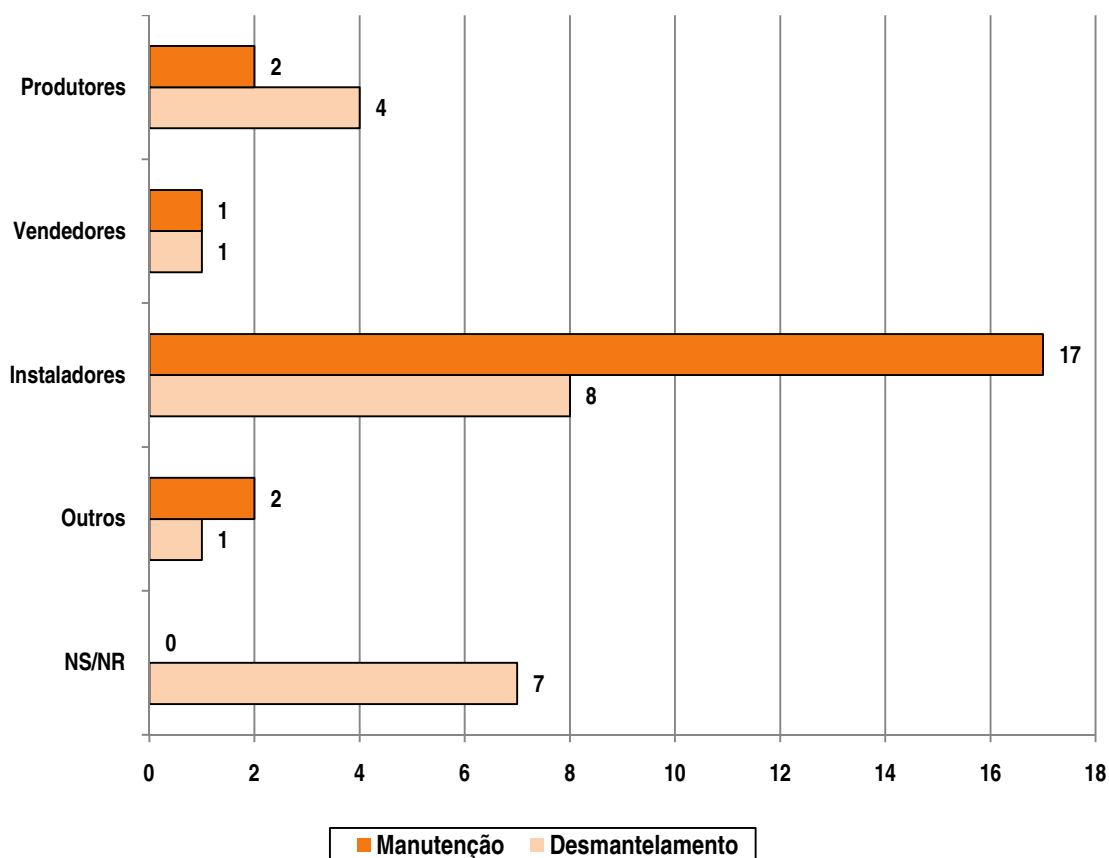


Figura nº 4. 26 – Responsabilidade pelo desmantelamento e manutenção dos equipamentos solares.

A maior parte das empresas atribui a responsabilidade pelo desmantelamento e manutenção aos instaladores. Por outro lado, a atribuição da responsabilidade aos vendedores pelo desmantelamento e manutenção só obteve uma resposta.

Além disso, uma empresa referiu, no caso do desmantelamento, que a responsabilidade nesta fase “não está definida” (AoSol, 2009) e, no caso da manutenção, duas empresas referiram que “a responsabilidade é dos proprietários” (Openplus, 2009) e dos “concessionários ATC” (Baxiroca, 2009). Quando questionada sobre esta questão, durante a entrevista realizada, a APISOLAR responde que “Infelizmente a Agência Portuguesa do Ambiente ainda não definiu um código LER para equipamentos solares em fim de vida. O desmantelamento fica assim dependente da política da empresa”.

Tipos de painéis solares fabricados e comercializados

Na figura nº 4.27 é pode observar-se um gráfico que traduz a comparação entre os tipos de painéis solares fabricados e comercializados, por função do painel.

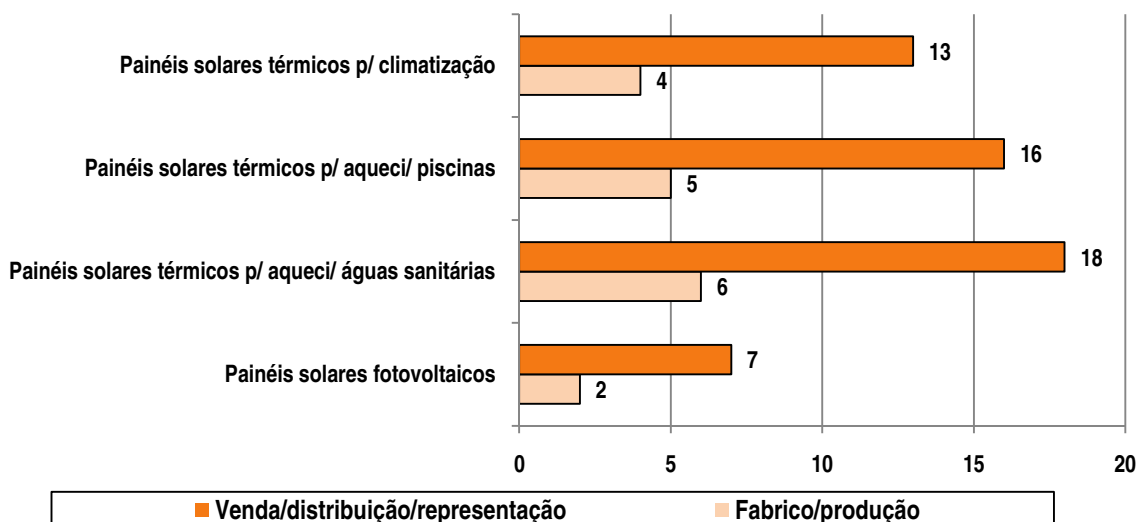


Figura nº 4. 27 – Comparação entre os tipos de painéis solares fabricados e comercializados, por função do painel.

A figura nº 4.27 não visa comparar os valores relativos ao fabrico e à venda de painéis solares, visto que o número de empresas que responderam a estas secções foi significativamente diferente (seis empresas de fabrico e 18 de venda), mas observar se as respostas são semelhantes em ambas as actividades. De facto, o tipo de painel solar mais fabricado é também o mais vendido e vice-versa. Os painéis mais fabricados e vendidos são os painéis solares para aquecimento de águas sanitárias e os menos fabricados e vendidos os painéis fotovoltaicos.

Na figura nº 4.28 é possível observar a relação entre os tipos de painéis solares térmicos fabricados e comercializados, por tipo de painel.

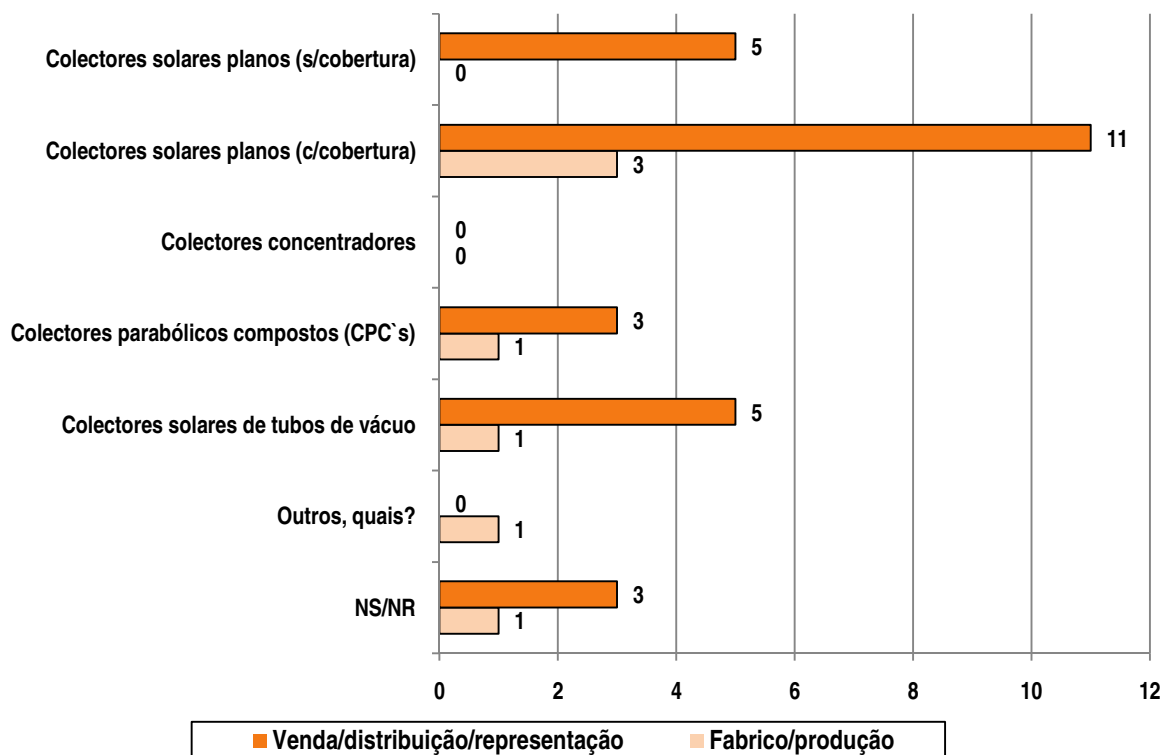


Figura nº 4. 28 – Relação entre o tipo de painéis solares térmicos fabricados e comercializados, por tipo de painel.

Pela análise da figura nº 4.28 observa-se que a tendência verificada na figura nº 4.27, que determinava que os valores relativos às duas actividades tendiam a crescer ou diminuir da forma semelhante, também se verifica neste gráfico, na maioria dos casos.

Assim, retira-se da figura nº 4.28 que os painéis solares planos com cobertura são os mais fabricados e comercializados na amostra inquirida e que os colectores concentradores não obtiveram nenhuma resposta em ambos os ramos de actividade. De facto, os colectores planos são os mais generalizados no nosso país e, em conjunto com os CPC, representam cerca de 92% do mercado. Os restantes 8% vão para os colectores com tubos de vácuo (Climatização, 2009b).

Para a Vulcano, os painéis solares planos com cobertura são a melhor opção custo-benefício para AQS a temperaturas entre os 10 e os 50/60 °C e os mais adequados ao território e população portuguesa (Comunicação pessoal de André Cruz).

Quanto ao tipo de cobertura utilizada nos colectores solares planos, as três empresas que fabricam estes painéis recorrem a coberturas de vidro. Das 11 empresas que vendem estes painéis, quatro não revelam a cobertura utilizada e as sete restantes recorrem ao vidro, sendo que duas dessas empresas especificaram o tipo de vidro utilizado, “vidro piramidal com baixa percentagem de ferro” (Canal Centro, 2009), num dos casos, e “vidro solar prismático temperado” (Suncore, 2009), no outro.

Quanto à percentagem de facturação associada a cada tipo de painel, as empresas produtoras dependem exclusivamente da facturação resultante do fabrico de um único tipo de painel (Apêndice A: tabela A1). Nas empresas de venda a percentagem de facturação já não depende, na maioria dos casos, da comercialização de apenas um tipo de painel. Contudo, existem duas empresas cuja facturação depende, em exclusivo, da comercialização de painéis solares planos com cobertura; uma empresa que comercializa somente painéis solares parabólicos compostos; e uma empresa que comercializa apenas painéis solares de tubos de vácuo (Apêndice A: tabela A2).

Sistemas de circulação

Quanto aos sistemas de circulação utilizados durante o fabrico dos painéis solares térmicos, cinco das empresas inquiridas na secção IV (esta questão apenas foi colocada nesta secção) responderam utilizar ambos os sistemas, isto é, sistemas de circulação por termossifão e sistemas de circulação forçada e apenas uma empresa referiu utilizar apenas o sistema de circulação por termossifão.

Factores relevantes no fabrico e aquisição de painéis solares térmicos

A tabela nº 4.11 traduz a importância atribuída a diferentes factores durante o fabrico de painéis solares e também aos factores a que o cliente dá mais importância para a aquisição de painéis solares, na óptica e experiência dos vendedores. De notar que os valores apresentados resultam da soma dos

valores concedidos a cada factor, numa escala de 1 (pouco importante) a 5 (muito importante).

Tabela nº 4. 11 – Factores relevantes no fabrico e para a aquisição de equipamentos solares térmicos.

Fabricantes (número respostas)	Cliente (número de respostas)
Eficiência (29)	Custo de investimento (79)
Durabilidade (29)	Relação preço-qualidade (72)
Relação preço-qualidade (28)	Eficiência (65)
Desempenho ambiental (24)	Período de retorno/rentabilidade a longo prazo (63)
Período de retorno/rentabilidade a longo prazo (23)	Durabilidade (59)
Estética (21)	Estética (50)
Custo de investimento (19)	Desempenho ambiental (40)
Outros, quais? (5)	Outros, quais? (0)

É possível observar, na tabela nº 4.11, que os factores que detêm mais importância para os fabricantes não coincidem com os factores a que o cliente dá mais importância aquando sua aquisição (na óptica e experiência dos vendedores). No caso dos fabricantes, o custo de investimento possui pouca importância, enquanto no caso do cliente este é o factor mais importante. A componente estética situa-se na terceira posição em ambos os casos, revelando que nem num caso nem no outro este factor é fundamental. No geral, observa-se que em ambos os casos os factores que detêm mais importância relacionam-se com a componente económica, em detrimento de factores relacionados com a componente ambiental e arquitectónica/estética. No Apêndice A (tabelas A3 e A4) é possível observar duas tabelas relativas ao valor concedido a cada factor, numa escala de “1” a “5”.

Para a Vulcano, enquanto vendedor/fabricante, o factor que detém mais importância é o rendimento do colector, i.e., as características técnicas do colector que lhe conferem um bom rendimento. O rendimento de um colector depende do rendimento óptico e do coeficiente de perdas (de nível 1 e de nível 2). Na óptica do cliente privilegiaria uma empresa de confiança, com certificação, que oferecesse assistência técnica e que fosse uma empresa idónea e com estrutura. Estes factores seriam ponderados antes de decidir qual o tipo de painel a adquirir (Comunicação pessoal de André Cruz).

Integração arquitectónica e soluções de enquadramento estético

Na secção IV, e relativamente à integração estética dos equipamentos solares nos edifícios, quatro das seis empresas inquiridas afirmam que possuem este tipo de preocupação aquando a concepção dos seus equipamentos e apenas uma empresa respondeu que não possui essa preocupação. São referidas, pelas empresas de fabrico/produção, a instalação de colectores de fachada, suportes encastráveis e estruturas com inclinação adequada como soluções de integração.

A Vulcano afirma que, de uma maneira geral, podem ser utilizadas diferentes soluções de integração

estética. Em coberturas planas os painéis podem colocar-se na horizontal e afastados dos beirais, para não serem facilmente visíveis; em coberturas inclinadas os painéis podem ficar ao nível das telhas, sobre estas ou integradas nas mesmas - tipo Velux (Comunicação pessoal de André Cruz).

Origem dos produtos comercializados

A figura nº 4.29 apresenta um gráfico onde é possível observar qual a origem dos produtos comercializados.

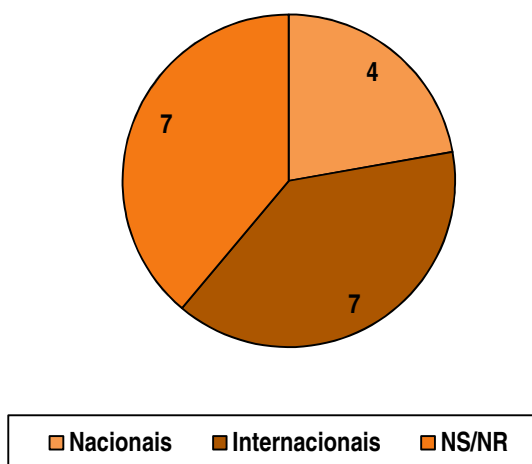


Figura nº 4. 29 – Número e percentagem dos equipamentos com proveniência nacional e internacional.

A figura nº 4.29 mostra que sete empresas inquiridas comercializam produtos internacionais e apenas quatro empresas comercializam produtos nacionais.

Na verdade, a grande maioria das empresas importa os equipamentos, tanto com as marcas de origem como em regime de OEM (Ribas, 2009).

Face à má exploração do mercado do solar térmico em Portugal e ao facto de existirem ainda poucas empresas de fabrico para cobrir toda a procura, a Vulcano refere que a maior parte das marcas comercializadas em Portugal são estrangeiras. Contudo, a marca mais comercializada em Portugal é a Vulcano, segundo dados do INE. No total, menos de 10% das marcas comercializadas em Portugal são portuguesas. Na verdade, a lei que obriga à instalação de painéis solares térmicos chegou a Portugal mais tarde do que a outros países e ainda não houve tempo para que o mercado se desenvolvesse (Comunicação pessoal de André Cruz).

Meios e instrumentos utilizados pelos técnicos de instalação e manutenção

A figura nº 4.30 representa os meios e instrumentos que são utilizados para a prática da actividade dos técnicos responsáveis pela instalação e manutenção dos equipamentos solares.

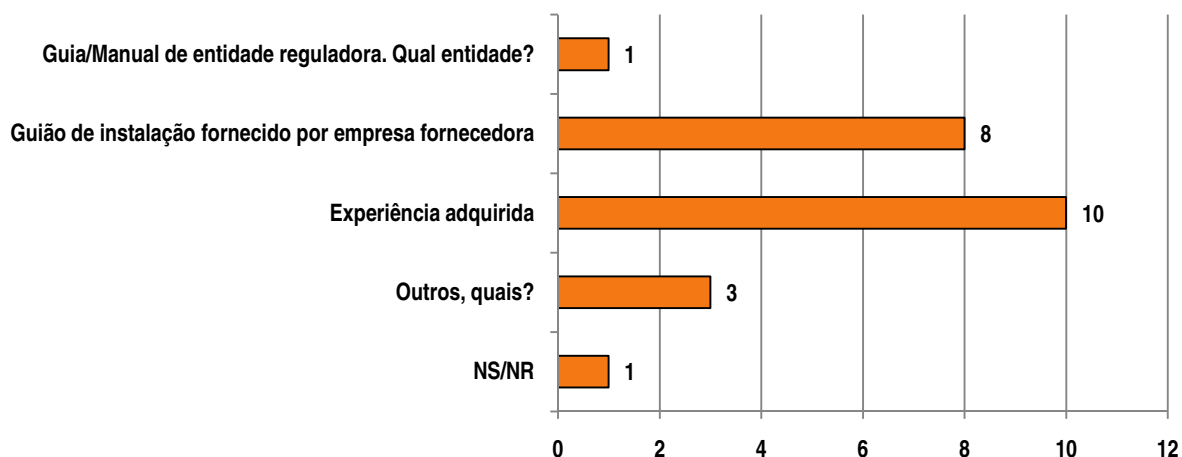


Figura nº 4. 30 – Meios e instrumentos utilizados pelos técnicos de instalação para a prática da sua actividade.

A maior parte das empresas de instalação/manutenção (10) recorre à experiência adquirida para a prática da sua actividade e ao guião de instalação fornecido pela empresa fornecedora. Além disso, é também referido como meio e/ou instrumento o recurso a “formação interna” (Áton, 2009) e a “procedimentos criados pela própria empresa” (Openplus, 2009).

Certificado de Aptidão Profissional (CAP)

Na maioria das empresas instaladoras (13 em 14) os instaladores possuem CAP. Destas 13 empresas apenas três não especificaram que tipo de entidade os certificou.

Na figura nº 4.31 encontram-se descritas as entidades que certificaram os instaladores.

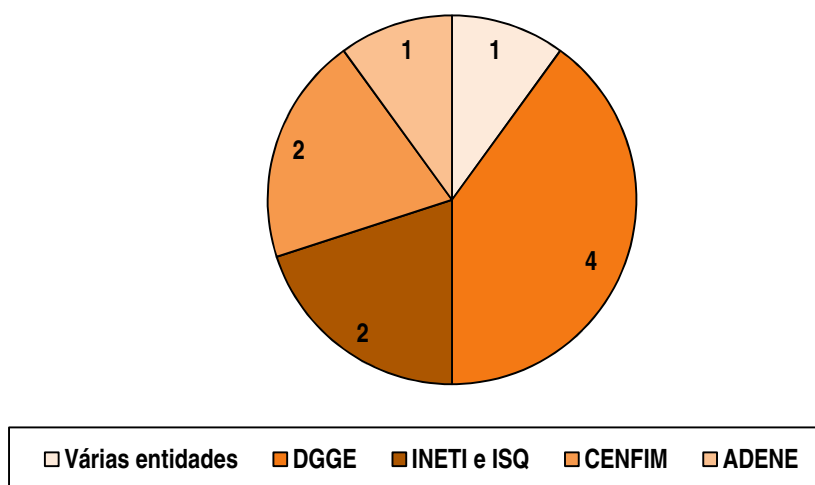


Figura nº 4. 31 – Entidades que atribuíram o CAP aos instaladores.

Segundo os dados apresentados pelo governo, existem 6262 instaladores certificados, contra os 2362 do final do ano de 2008 (Climatização, 2009b).

Portugal já se encontra num patamar diferente em termos de qualidade, mas continuam a fazer-se más

instalações. Era importante que no país houvesse uma estrutura ou uma entidade que fizesse esse acompanhamento e monitorização. O Observatório, para além da estatística, deveria ter funções mais alargadas, tais como a realização de auditorias regulares a algumas instalações e, inclusivamente, poder gerir e dar resposta às reclamações que vão aparecendo. Um particular que tem um problema numa instalação, não pode contratar o INETI para fazer uma auditoria, porque isso seria extremamente dispendioso. Mas, o Estado Português, ao promover o solar térmico, devia também promover este tipo de acompanhamento para dar confiança ao mercado. Não chega dizer que os colectores são certificados e que os instaladores têm o CAP (Mendes, 2009).

Apoio ao cliente

Das 14 empresas instaladoras, 13 possuem apoio ao cliente e apenas uma não possui. Na figura nº 4.32 é possível verificar de que forma esse apoio é feito.

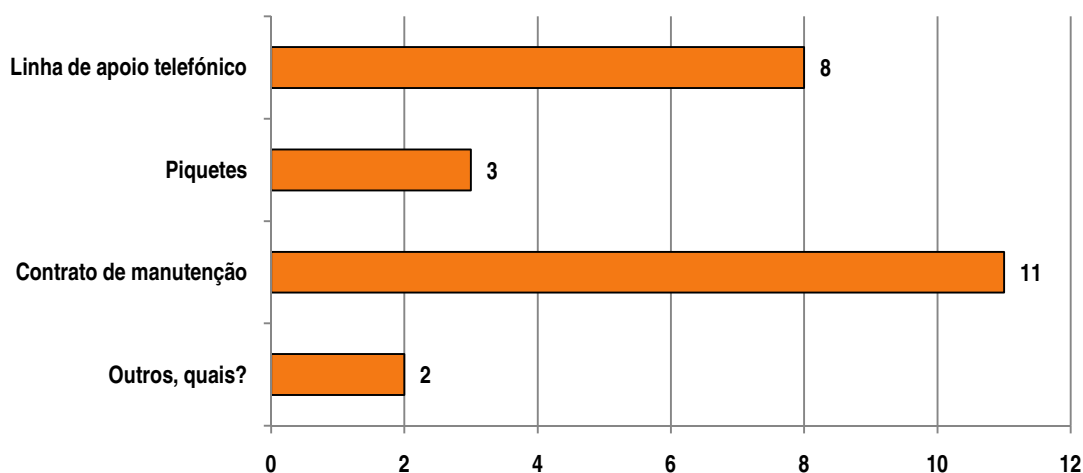


Figura nº 4. 32 – Meios utilizados para o apoio ao cliente.

A maior parte dos serviços de apoio ao cliente resulta de contratos de manutenção e de linhas de apoio telefónico. Além disso, algumas empresas recorrem a piquetes e a outros meios (tabela nº 4.12).

Tabela nº 4. 12 – Meios utilizados para dar apoio ao cliente.

Empresa	Resposta
Áton	Somos consultados para análise e resolução de sistemas, de outras marcas, que não funcionam.
Suncore	Após os primeiros tempos da entrada em funcionamento do sistema controlamos e verificamos com cliente o seu comportamento.

Critério de instalação de painéis solares térmicos

A figura nº 4.33 representa a opinião das empresas do ramo da manutenção/instalação e do fabrico/produção, relativamente ao critério de instalação de 1 m² de painel solar por habitante.

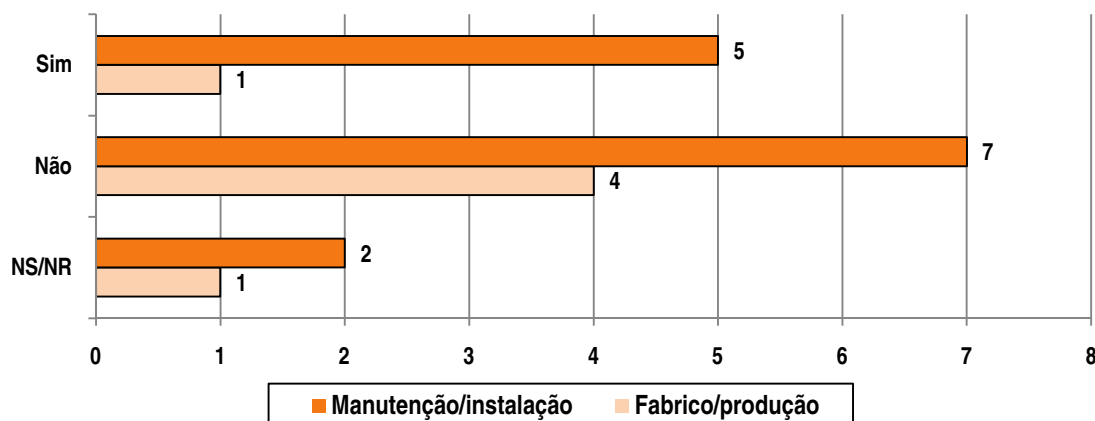


Figura nº 4. 33 – Número de empresas que concorda, ou não, com o actual critério de instalação de painéis solares térmicos.

Pela interpretação da figura nº 4.33 sete das empresas de manutenção e quatro das empresas de fabrico não concordam com este critério. Porém, existem cinco empresas de manutenção/instalação e uma empresa de fabrico/produção que consideram o critério adequado. Algumas das empresas inquiridas de manutenção (tabela nº 4.13) e de fabrico (tabela nº 4.14) propuseram outros critérios

Tabela nº 4. 13 – Critérios de instalação de painéis solares térmicos – empresas de manutenção/instalação.

Empresa	Resposta
Áton	A utilização de programas de análise ajudam na definição do melhor sistema para cada cliente. Infelizmente, só podemos utilizar o SolTerm. Mas, mesmo assim, temos a noção aproximada da produção e rendimento do sistema. Assim, a medida de 1m ² por habitante é obsoleta, pois os actuais colectores possuem produções muito mais elevadas do que os utilizados na altura para este critério, i.e., neste momento é exagerado utilizar 1m ² por pessoa. Porém, na nossa empresa, apresentamos sempre a análise do SolTerm ao cliente e deverá ser este o processo a seguir.
Baxiroca	Depende da realização de um estudo: localidade, temperaturas climatéricas e tipo de painel solar.
Enrepo	Quota de potência de captação por habitante.
Hidrion Group	Critério proposto no documento da ADENE “Perguntas e Respostas sobre RCCTE.
Solution	Importante que o critério seja ponderado pela eficiência do colector.
Suncore	O Critério do Colector Padrão, pois os diferentes painéis têm diferentes rendimentos e 1m ² pode traduzir-se em mais ou menos energia.
Upper Level	O calor necessário por habitante em consumos de AQS. Não interessa a eficiência do painel. Uma pessoa gasta em média entre 50-70 L de água quente por dia. O painel ou os painéis têm de fornecer o calor suficiente para essa quantidade. O governo, mais uma vez, inventou o critério a partir do gabinete sem consultar quem realmente sabe do assunto.

Tabela nº 4. 14 – Critérios de instalação de painéis solares térmicos – empresas de fabrico/produção.

Empresa	Resposta
AoSol	Energia por pessoa, em média, por dia. Por exemplo 400 kWh/m ² , por ano e por pessoa.
Openplus	Rendimento final da instalação.
Solarinox	Critério relacionado com o rendimento, factor de perdas dos painéis e eficiência do sistema no seu todo.
SolcoEurope	Um critério de 1m ² por dois habitantes.
Sonnenkraft	Consideramos apropriado, tendo em conta 1 m ² de colector padrão, tal como define a ADENE.

Para a AoSol o que interessa exigir é que uma certa quantidade de energia, por pessoa, seja fornecida. “Se isso para um determinado colector quer dizer 1m², para outro pode querer dizer 0,5m². Bons colectores não necessitam de 1m² para alcançar o objectivo. Esta forma de proceder não premeia a evolução tecnológica nem os melhores, dá um sinal de que qualquer sucata serve. Mais, torna verdadeiramente impossível para os bons competirem com os maus! Para além de que dar água demasiado quente às pessoas pode até ser perigoso. Os sistemas, forçados a estar sempre a temperaturas mais altas, também duram menos” (Comunicação pessoal de Prof. Doutor Manuel Collares Pereira).

A APISOLAR esclarece que, em conjunto com a entidade reguladora do SCE, LNEG e outras entidades, contestou a aplicação estrita de 1m² por ocupante passando a considerar-se a eficiência energética do equipamento. Assim, esta imposição passa a estar dependente das necessidades da habitação e da eficiência do equipamento, embora seja utilizado 1m² como referência. O papel do perito qualificado é, precisamente, verificar todos os requisitos para poder emitir o certificado (Comunicação pessoal de Joana Freitas).

Outros comentários

Nas questões de resposta aberta, houve empresas que responderam a secções que não correspondiam ao seu ramo de actividade. Assim, e por poderem trazer uma mais-valia neste trabalho, são apresentadas, na tabela nº 4.15 e tabela nº 4.16 algumas dessas respostas.

Tabela nº 4. 15 – Soluções de integração estética dos painéis solares nos edifícios.

Empresa	Resposta
Canal Centro	Painéis de integração e painéis de grande superfície que podem chegar aos 18 m ² apenas num painel, podendo também ficar integrados. Apesar de não serem muito utilizados no nosso país, devido à nossa latitude, também temos painéis de fachada, óptimos para captação no Inverno, mas limitados no Verão.

Tabela nº 4. 16 – Critério do RCCTE relativo à instalação de 1 m² de painel solar por habitante.

Empresa	Resposta
Canal Centro	Em vez desse critério deve-se recorrer à relação entre o custo de instalação/retorno do investimento e poupança ambiental. Deverá ser na ordem dos 70 % para AQS e 40 % para Aquecimento.
Immosolar	Concordo com o princípio de 1m ² /habitante, mas com a correcção introduzida já pela ADENE de 1m ² para 1 painel solar padrão.
Relopa	Não concordo com o critério. Sou a favor do critério do rendimento anual.

4.3 Estudos de viabilidade de instalação de equipamentos solares

Os resultados do inquérito de qualidade dos censos de 2001 do INE permitiram determinar as tipologias de edifícios mais abundantes do distrito de Lisboa. Estes dados levaram à criação de edifícios-tipo que se aproximem, o mais possível, da realidade do distrito de Lisboa, de forma a efectuarem-se os cálculos relacionados com a viabilidade da instalação de painéis solares térmicos.

Os dados das tabelas e das figuras seguintes podem ser observados com mais detalhe no Apêndice B.

Na tabela nº 4.17 podem-se observar o número de edifícios por tipo.

Tabela nº 4. 17 – Número de edifícios por tipo de edifício (Fonte: Adaptado de INE, 2002).

Tipos de edifícios	Edifícios (nº)
Edifícios principalmente residenciais	389787
Exclusivamente residenciais	349183
Parcialmente residenciais	40604
Edifícios principalmente não residenciais	4733
Total	394520

Através da tabela nº 4.17 observa-se que a maior parte dos edifícios são principalmente residenciais e, dentro deste grupo, a maioria são exclusivamente residenciais.

As figuras nº 4.34 e a figura nº 4.35 traduzem o número de edifícios por número de pavimentos.

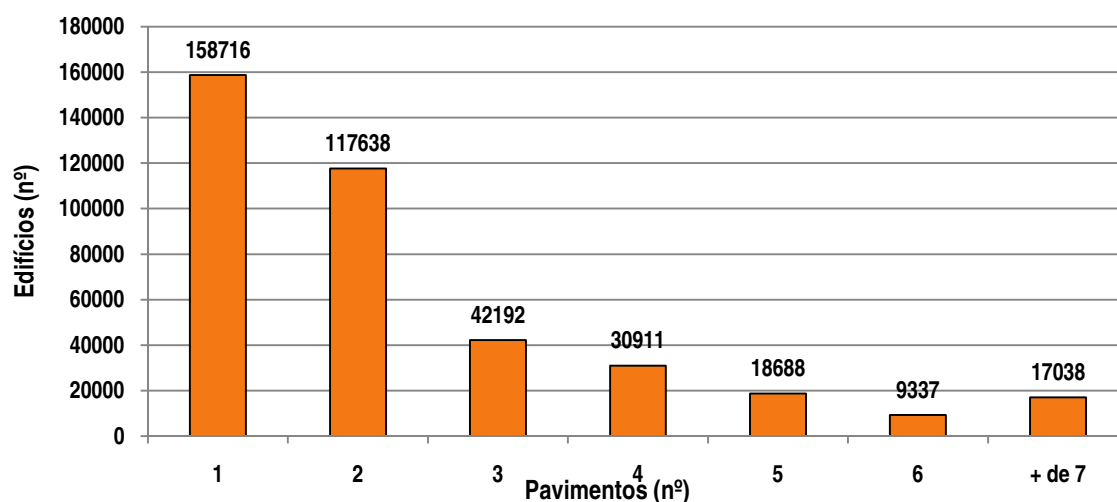


Figura nº 4. 34 – Número de edifícios por pavimento (Fonte: Adaptado de INE, 2002).

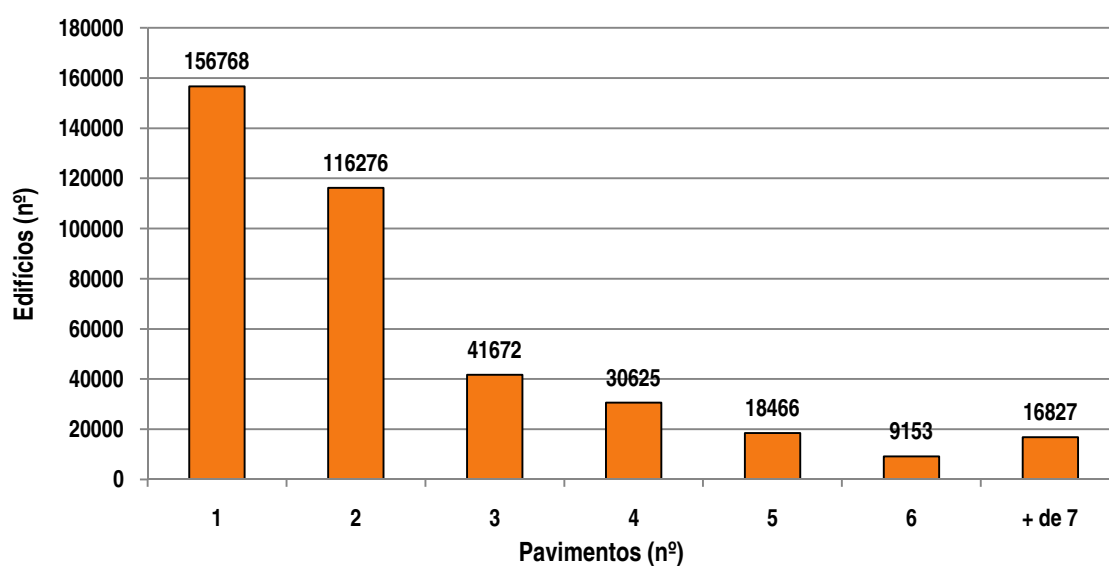


Figura nº 4. 35 – Número de edifícios principalmente residenciais por número de pavimentos (Fonte: Adaptado de INE, 2002).

Pela observação da tabela nº 4.34 e da tabela nº 4.35 a maioria dos edifícios, incluindo os edifícios principalmente residenciais, possuem apenas um pavimento e a minoria possui seis. No geral, o número de edifícios decresce à medida que o número de pavimentos aumenta. De notar, porém, que os dados tratados referem-se ao distrito e não à cidade de Lisboa incluindo, assim, uma grande diversidade de edifícios, maioritariamente edifícios monofamiliares de um ou dois pavimentos.

Através da tabela B1, do Apêndice B, observa-se que nos edifícios *principalmente residenciais*, em concreto os edifícios *exclusivamente residenciais*, a maioria, 145942 edifícios, possuem **um pavimento e um alojamento**. Na categoria dos *parcialmente residenciais*, a maioria, 5083 edifícios, possuem **dois pavimentos e um alojamento**. Nos edifícios *principalmente não residenciais*, a maior parte, 1890 edifícios, possuem **um pavimento e um alojamento**.

Na tabela nº 4.36 é possível observar o número de ocupantes por alojamento.

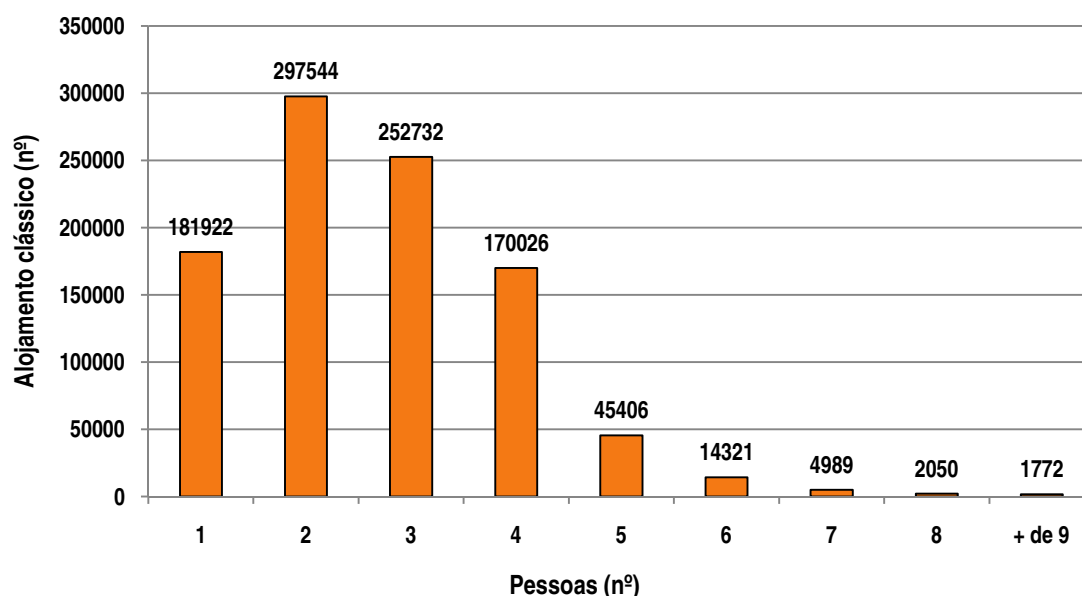


Figura nº 4. 36 – Número de ocupantes por alojamento clássico como residência habitual (**Fonte:** Adaptado de INE, 2002).

A maior parte dos alojamentos possui **duas pessoas** e a menor nove ou mais pessoas. Além disso, o número médio de pessoas por alojamento, num máximo de nove, é de **2,67** pessoas (Apêndice B: tabela B2), ou seja, três pessoas por alojamento clássico.

A tabela nº 4.18 apresenta o tipo de cobertura dos edifícios.

Tabela nº 4. 18 – Tipo de cobertura dos edifícios (**Fonte:** Adaptado de INE, 2002).

Tipo de cobertura	Edifícios (nº)
Em terraço	14773
Inclinada	367668
Revestida a telhas	354891
Revestida a outros materiais	12777
Mista (telhado e terraço)	12079
Total	394520

A maioria dos edifícios possui **cobertura inclinada revestida a telha**. De seguida, encontram-se os edifícios com cobertura em terraço, os edifícios com cobertura inclinada revestida a outros materiais e os edifícios com cobertura mista. Além disso, a maior parte dos edifícios, independentemente no número de pavimentos e do ano de construção (Apêndice B: tabelas B3 e B4), possuem **cobertura inclinada**.

Assim, e tendo com base os dados anteriores, é possível concluir-se que o tipo de sistema solar adoptado deverá ter em consideração este tipo de cobertura, respeitando a inclinação da mesma e tentando harmonizar-se com o restante edifício. Desta forma, é fulcral que se adoptem estratégias de integração estética, de forma a aproveitar o elevado potencial solar que o país possui sem pôr em causa a estrutura física dos edifícios e a sua componente histórica.

A figura nº 4.37 apresenta o número de edifícios com necessidades de reparação nas coberturas.

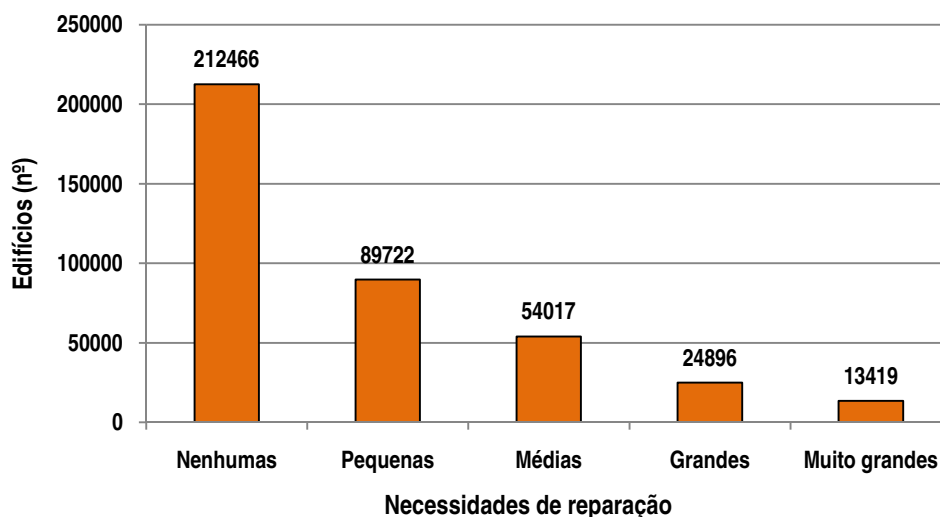


Figura nº 4. 37 – Número de edifícios com necessidade de reparação na cobertura (Fonte: Adaptado de INE, 2002).

Relativamente às necessidades de intervenções/reparações nas coberturas dos edifícios, 53,85% **não necessitam de nenhuma reparação** e 46,15% **necessitam de algum tipo de reparação** (Apêndice B: tabela B5).

A maior parte dos edifícios, até à data de 1945, necessitam de médias reparações ao nível das coberturas, enquanto a partir de 1946 a maior parte dos edifícios não necessita de nenhuma intervenção. Até por volta do ano de 1970 as necessidades de reparação são, em mais de 50% dos casos, necessárias, conduzindo à necessidade de efectuar algum tipo de reparação nas coberturas dos edifícios. A partir de 1971 as necessidades de reparação diminuem, pelo facto dos edifícios serem mais recentes. Contudo, mesmo em edifícios construídos entre 1996 e 2001 existe cerca de 8% de necessidade de algum tipo de reparação (Apêndice B: tabela B5 e B6).

Estes valores traduzem-se num elevado potencial para a instalação de painéis solares térmicos durante as obras de restauro e reparação das coberturas. Além disso, esta intervenção simultânea pode

diminuir os custos da instalação solar, pelo facto desta estar associada às obras de restauro da própria cobertura. Por outro lado, a instalação destes equipamentos neste contexto possibilita a adopção de soluções de integração nas coberturas mais estéticas que, caso não houvesse a necessidade de as reparar, poderia não ser ponderada. Existe pois, aqui, um enorme potencial para o aproveitamento das obras de reparação e restauro nos telhados e coberturas, que representam 46,15% no total das necessidades de reparação, para a instalação de equipamentos solares térmicos (Apêndice B: tabela B5).

A tabela nº 4.19 apresenta o posicionamento de uns edifícios em relação aos outros.

Tabela nº 4. 19 – Posicionamento dos edifícios em relação ao posicionamento dos edifícios adjacentes (**Fonte:** Adaptado de INE, 2002).

Tipos de edifícios	Edifícios (nº)	Edifícios (%)
Edifícios isolados	128248	32,5
Edifícios não isolados	266272	67,5
Edifícios de gaveto ou extremo de banda	93356	35,1
Outros	172916	64,9
Total	394520	100,0

Pela análise da tabela nº 4.19, 67,5% dos edifícios não se encontram isolados. Assim, não se pode descurar a possibilidade da existência de ensombramentos aquando a instalação de painéis solares térmicos. Esta situação é, aliás, dominante em todas as épocas de construção apresentadas, mostrando a importância de um bom dimensionamento do projecto (Apêndice B: tabela B7).

Assim, através da análise dos dados do INE para a projecção de edifícios-tipo para a instalação de painéis solares térmicos, e tendo em conta os dados anteriormente apresentados, escolheram-se edifícios de um pavimento e, pelo facto de ser importante incluir nesta projecção edifícios multifamiliares, visto serem aqueles que conduzem a mais problemas durante a instalação destes equipamentos, consideraram-se também edifícios com quatro e sete pavimentos. Além disso, consideraram-se alojamentos do tipo T2 com três pessoas por alojamento.

Assim, determinaram-se os seguintes edifícios-tipo:

- Uma moradia T2 com três ocupantes;
- Edifício colectivo de quatro pisos com oito T2 (24 ocupantes no total);
- Edifício colectivo de sete pisos com 14 T2 (42 ocupantes no total).

Estes subdividiram-se por:

- Tipo de sistema de circulação (termossifão ou circulação forçada);
- Existência, ou não, de incentivos económicos e benefícios fiscais.

Porém, em alguns casos, não foi possível fazer os cálculos com os valores do programa “chave-na mão” de 2009, sobretudo nos casos dos edifícios colectivos, visto que o programa foi desenvolvido no

âmbito de edifícios unifamiliares.

Os cálculos foram realizados no programa SolTerm – Versão 5, pelo facto deste ser o programa referido na legislação para a determinação da E_{solar} . Este é um software que permite analisar o desempenho de sistemas solares, sendo especialmente criado para as condições climáticas de Portugal e possuindo uma climatologia para os 308 concelhos do país, a nível horário (Aguiar, 2007).

Antes de prosseguir com as projecções, apresentam-se algumas noções importantes relativas ao programa SolTerm e aos dados por si produzidos. Além disso, apresentam-se também alguns procedimentos efectuados de forma a facilitar a interpretação dos resultados (tabela nº 4.20).

Tabela nº 4. 20 – Noções e procedimentos efectuados para interpretação dos resultados do SolTerm.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">– Para que se verifique um correcto dimensionamento de um sistema solar os valores da fracção solar devem situar-se entre os 40 e 90%, a produtividade deve ser superior a 200 kWh/m² e o rendimento global do sistema deve possuir valores entre os 20 e os 60% (Aguiar, 2007);– No caso da “Moradia com sistema de circulação por termossifão” efectuaram-se cálculos relativos à utilização de butano e de gás natural, de forma a comparar ambos os resultados, sobretudo no âmbito do período de retorno. No caso do butano, e pelo facto do seu preço ser superior, o período de retorno é mais curto, indo de encontro, na maioria dos casos, aos estipulados pelo RCCTE. Por esta razão, e pelo facto de existirem ainda muitas habitações que recorrem a este combustível, utilizou-se o butano para as restantes simulações;– No caso da “Moradia com sistema de circulação forçada” efectuaram-se os cálculos do balanço energético (E_{solar}) para o colector do caso de estudo e, posteriormente, para um colector-padrão. Este passo foi necessário para viabilizar a adopção de um colector solar com uma área inferior à estipulada na legislação (menos de 1 m² por ocupante). Como no caso estudado a E_{solar} foi superior à captada pelo colector-padrão foram utilizados, nas simulações, painéis solares com uma área ligeiramente inferior à legislada, de forma a minimizar os custos económicos e a reduzir os períodos de retorno;– Nas análises económicas os cálculos foram efectuados com e sem benefícios fiscais, exceptuando os casos dos edifícios colectivos multifamiliares com sistemas de circulação forçada, visto que estes não foram abrangidos pelo programa do governo. Entenda-se, porém, que são dedutíveis à colecta 30% do valor do investimento, até um máximo de 796 €. Assim, “sem incentivos” significa sem o incentivo económico de 1641,70 €, mas com o benefício fiscal de 30%;– Nos dimensionamentos todos os valores foram optimizados;– De forma a efectuar as análises económicas recorreram-se às tabelas de preços dos equipamentos solares térmicos (do tipo termossifão e circulação forçada) do programa “chave-na-mão” do Governo e aos orçamentos facultados pela Vulcano. Estes podem ser consultados no Apêndice C;– No Apêndice D é possível consultar, em mais detalhe, os resultados do programa SolTerm. |
|--|

Seguidamente, são apresentados os resultados produzidos pelo programa SolTerm relativos às análises de viabilidade de instalação de equipamentos solares, nomeadamente as análises energéticas, económicas e ambientais para os edifícios-tipo determinados.

Moradia com kit termossifão

Pressupostos utilizados e dados para dimensionamento

Tabela nº 4. 21 – Pressupostos utilizados – Edifício tipo.

Tipologia	Fracções (nº)	Utilizadores (nº)	Litros/utilizador	Consumo total (l)
Moradia	1	3	40	120

Tabela nº 4. 22 – Dados do equipamento e sistema solar.

Modelo: AoSol 190; **Área do Colector:** 1,98 m²; **Volume do depósito:** 190 L
Características I/O de ensaio (modelo linear): a₀ = -0,9 J; a_H = 1,0/m²; a_T = 0,2 J/K
Coefficiente de perdas térmicas do depósito no ensaio: 2,71 W/K
Temperatura nominal de consumo: 60 °C
Localização, posição e envolvente do sistema:
Concelho: Lisboa; **Latitude:** 38,7 ° N (nominal); **Longitude:** 9,2 W (nominal)
Inclinação do sistema: 37°; **Azimute do sistema:** 0 °; **Obstruções no horizonte:** 3° (por defeito)

De acordo com estes dados, resultam os dados de cálculo e dimensionamento de equipamentos para o caso da utilização de gás natural e de butano. Esta simulação permite comparar os tempos de retorno, os consumos de energia fóssil e as emissões de gases com efeito de estufa de ambos os casos e observar as diferenças provenientes da utilização de diferentes combustíveis de apoio ao sistema solar.

Análise energética anual

Esolar: 1509 kWh/ano
Fracção solar: 65,90%
Produtividade: 762 kWh [m² colector]
Rendimento global do sistema: 41%

Análise económica – Caso gás natural

Período de retorno do investimento com incentivos económicos e benefícios fiscais: 7 anos
Período de retorno do investimento apenas com benefícios fiscais: 18 anos

Análise económica – Caso butano

Período de retorno do investimento com incentivos económicos e benefícios fiscais: 5 anos
Período de retorno do investimento apenas com benefícios fiscais: 13 anos

Observa-se, pelas análises económicas anteriores, que o período de retorno proveniente da utilização de butano é inferior ao do gás natural. Este facto resulta de o preço do butano ser superior ao do gás natural, conduzindo a maiores gastos económicos que, por esta razão, levam a que o investimento seja mais rapidamente amortizado (menor período de retorno). Assim sendo, todos os cálculos posteriores serão efectuados utilizando o butano como combustível de apoio. Além disso, existem ainda muitas habitações mais antigas que recorrem a este tipo de combustível.

Análise ambiental (impactes evitados) – Caso gás natural

Consumo de energia primária de origem fóssil: 2,01 MWh/ano (191 m³ de Gás Natural/ano)

Emissões de gases com efeito de estufa: 479 kg CO₂ equivalente/ano (dos quais 464 kg CO₂/ano)

Análise ambiental (impactes evitados) – Caso butano

Consumo de energia primária de origem fóssil: 2,01 MWh/ano (164 kg de Butano/ano)

Emissões de gases com efeito de estufa: 472 kg CO₂ equivalente/ano (dos quais 471 kg CO₂/ano)

Quanto aos consumos de energia fóssil e às emissões de gases com efeito de estufa os valores em ambos os casos (gás natural e butano) são idênticos. Porém, verifica-se que as emissões de gases de efeito de estufa evitadas com recurso a energia solar são ligeiramente superiores no caso do butano.

Moradia com circulação forçada

Pressupostos utilizados e dados para dimensionamento

Tabela nº 4. 23 – Pressupostos utilizados – Edifício tipo.

Tipologia	Fracções (nº)	Utilizadores (nº)	Litros/utilizador	Consumo total (l)
Moradia	1	3	40	120

Tabela nº 4. 24 – Dados do equipamento e sistema solar – Caso de estudo.

<p>Modelo do módulo solar: Vulcano WarmSun FKC-1S; Área do Colector: 2,23 m²</p> <p>Coefficientes de perdas térmicas: a₁ = 3,681 W/m²/K; a₂ = 0,017 W/m²/K²; Rendimento óptico: 77,0%</p> <p>Depósito:</p> <p>Modelo: Vulcano – SK 300-1S; Volume: 286 L; Área externa: 3,94 m²; Material: médio condutor de calor; Posição: vertical; Deflectores interiores; Permutador interno ao depósito do tipo serpentina e com eficácia de 55%</p> <p>Coefficiente de perdas térmicas: 3,94 W/K</p> <p>Tubagens:</p> <p>Comprimento total: 70,0 m; Percurso no exterior: 17,5 m com protecção mecânica; Diâmetro interno: 37,0 mm; Espessura do tubo metálico: 3,0 mm; Espessura do isolamento: 36,0 mm; Condutividade térmica do metal: 380 W/m/K; Condutividade térmica do isolamento: 0,030 W/m/K</p> <p>Temperatura nominal de consumo = 60 °C</p> <p>Localização, posição e envolvente do sistema:</p> <p>Concelho: Lisboa; Latitude: 38,7 ° N (nominal); Longitude: 9,2 W (nominal)</p> <p>Inclinação do painel: 34°; Azimute do sistema: 0 °; Obstruções no horizonte: 3° (por defeito)</p>
--

Tabela nº 4. 25 – Dados do equipamento e sistema solar – Colector padrão (RCCTE).

<p>Modelo do módulo solar: Colector padrão; Área do Colector: 3,0 m²</p> <p>Coefficientes de perdas térmicas: a₁ = 7,500 W/m²/K; a₂ = 0,014 W/m²/K²; Rendimento óptico: 69,0%</p> <p>Depósito:</p> <p>Volume: 300 L; Área externa: 3,53 m²; Material: médio condutor de calor; Posição: vertical; Deflectores interiores; Permutador interno ao depósito do tipo serpentina e com eficácia de 55%</p> <p>Coefficiente de perdas térmicas: 2,71 W/K</p> <p>Temperatura nominal de consumo = 60 °C</p> <p>Tubagens:</p> <p>Comprimento total: 70,0 m; Percurso no exterior: 17,5 m com protecção mecânica; Diâmetro interno: 37,0 mm; Espessura do tubo metálico: 3,0 mm; Espessura do isolamento: 36,0 mm; Condutividade térmica do metal: 380 W/m/K; Condutividade térmica do isolamento: 0,030 W/m/K</p> <p>Localização, posição e envolvente do sistema:</p> <p>Concelho: Lisboa; Latitude: 38,7 ° N (nominal); Longitude: 9,2 W (nominal)</p> <p>Inclinação do painel: 34°; Azimute do sistema: 0 °; Obstruções no horizonte: 3° (por defeito)</p>
--

De acordo com estes dados, resultam os dados de cálculo e dimensionamento de equipamento que se encontram seguidamente. De notar que foi feita uma simulação energética para o caso de estudo (utilização de um colector Vulcano WarmSun FKC-1S) e para o caso da utilização de um colector padrão, respeitando o RCCTE. Foi necessário efectuar ambas as simulações de forma a testar se o colector utilizado, e com uma área inferior por ocupante à imposta pelo RCCTE, produz, efectivamente, uma E_{solar} superior ao colector padrão, podendo ser utilizado segundo as recomendações da legislação.

Análise energética anual – Caso de estudo

Esolar: 1474 kWh
Fracção solar: 64,3%
Produtividade: 652 kWh [m² colector]
Rendimento global do sistema: 35%

Análise energética anual – Colector padrão (RCCTE)

Esolar: 839 kWh
Fracção solar: 36,6%
Produtividade: 280 kWh [m² colector]
Rendimento global do sistema: 15%

Pela observação dos resultados das análises energéticas anteriores verifica-se que é possível utilizar o colector definido para o caso de estudo, pelo facto da E_{solar} produzida ser muito superior à do colector padrão.

Análise económica

Período de retorno do investimento com incentivos económicos e benefícios fiscais: 17 anos
Período de retorno do investimento apenas com benefícios fiscais: Superior a 20 anos

No caso do recurso a sistemas solares com sistemas de circulação forçada para moradias com um número de ocupante reduzido, a amortização do investimento económico é longa, sendo preferível recorrer-se a sistemas por termossifão. Contudo, há que salvaguardar que nesta simulação se recorreu a um depósito acumulador de aproximadamente 300 L (de forma a utilizar os incentivos económicos “chave-na-mão” do governo e que só possuem esta alternativa) o que contribuiu para o aumento substancial do período de retorno.

Análise ambiental (impactes evitados)

Consumo de energia primária de origem fóssil: 1,97 MWh/ano (160 kg de Butano/ano)
Emissões de gases com efeito de estufa: 461 kg CO₂ equivalente/ano (dos quais 460 kg CO₂/ano)

Edifício colectivo de quatro pisos com kits termossifão

Pressupostos utilizados e dados para dimensionamento

Tabela nº 4. 26 – Pressupostos utilizados – Edifício tipo.

Tipologia	Fracções (nº)	Utilizadores (nº)	Litros/utilizador	Consumo total (l)
T2	8	24	40	960

Tabela nº 4. 27 – Dados do equipamento e sistema solar.

Modelo: Ao Sol 190 (8 unidades em paralelo); Área do Colector: 1,98 m ² por colector; Volume do depósito: 190 L Características I/O de ensaio (modelo linear): a ₀ = -0,9 J; a _H = 1,0/m ² ; a _T = 0,2 J/K Coeficiente de perdas térmicas do depósito no ensaio: 2,71 W/K Temperatura nominal de consumo: 60 °C Localização, posição e envolvente do sistema: Concelho: Lisboa; Latitude: 38,7 ° N (nominal); Longitude: 9,2 W (nominal) Inclinação do sistema: 47°; Azimute do sistema: 0 °; Obstruções no horizonte: 3° (por defeito)

De acordo com estes dados, resultam os dados de cálculo e dimensionamento de equipamento que se encontram seguidamente.

Análise energética anual

Esolar: 13568 kWh
Fracção solar: 74%
Produtividade: 857 kWh/ [m² colector]
Rendimento global do sistema: 47%

Análise económica

Período de retorno do investimento com incentivos económicos e benefícios fiscais: 5 anos
Período de retorno do investimento apenas com benefícios fiscais: 11 anos

Análise ambiental (impactes evitados)

Consumo de energia primária de origem fóssil: 18,09 MWh/ano (1476 kg de Butano/ano)
Emissões de gases com efeito de estufa: 4,2 ton CO₂ equivalente/ano (dos quais 4,2 ton CO₂/ano)

Edifício colectivo de quatro pisos com circulação forçada

Pressupostos utilizados e dados para dimensionamento

Tabela nº 4. 28 – Pressupostos utilizados – Edifício tipo.

Tipologia	Fracções (nº)	Utilizadores (nº)	Litros/utilizador	Consumo total (l)
T2	8	24	40	960

Tabela nº 4. 29 – Dados do equipamento e sistema solar.

Modelo do módulo solar: Vulcano WarmSun FKC-1S (7 módulos); Área total dos colectores: 15,6 m ² Coefficientes de perdas térmicas: a1 = 3,681 W/m ² /K; a2= 0,017 W/m ² /K ² ; Rendimento óptico: 77,0% Depósito: Modelo: Vulcano - S0 120-1; Volume total: 912 L; Área externa total: 15,92 m ² ; Material: médio condutor de calor; Posição: vertical; Deflectores interiores; Permutador interno ao depósito do tipo serpentina e com eficácia de 55% Coefficiente de perdas térmicas: 15,92 W/K Tubagens: Comprimento total: 70,0 m; Percurso no exterior: 17,5 m com protecção mecânica; Diâmetro interno: 37,0 mm; Espessura do tubo metálico: 3,0 mm; Espessura do isolamento: 36,0 mm; Condutividade térmica do metal: 380 W/m/K; Condutividade térmica do isolamento: 0,030 W/m/K Temperatura nominal de consumo = 60 °C Localização, posição e envolvente do sistema: Concelho: Lisboa; Latitude: 38,7 ° N (nominal); Longitude: 9,2 W (nominal) Inclinação do painel: 37°; Azimute do sistema: 0°; Obstruções no horizonte: 3° (por defeito)
--

De acordo com estes dados, resultam os dados de cálculo e dimensionamento de equipamento que se encontram seguidamente.

Análise energética anual

Esolar: 12678 kWh
Fracção solar: 69,1%
Produtividade: 812 kWh/[m² colector]
Rendimento global do sistema: 43%

Análise económica

Período de retorno do investimento apenas com benefícios fiscais: 12 anos

Análise ambiental (impactes evitados)

Consumo de energia primária de origem fóssil: 16,9 MWh/ano (1379 kg de Butano/ano)
Emissões de gases com efeito de estufa: 4,0 ton CO² equivalente/ano (dos quais 4,0 ton CO²/ano)

Edifício colectivo de sete pisos com kits termossifão

Pressupostos utilizados e dados para dimensionamento

Tabela nº 4. 30 – Pressupostos utilizados – Edifício tipo.

Tipologia	Fracções (nº)	Utilizadores (nº)	Litros/utilizador	Consumo total (l)
T2	14	42	40	1680

Tabela nº 4. 31 – Dados do equipamento e sistema solar.

Modelo: Ao Sol 190 (14 unidades em paralelo); Área do Colector: 1,98 m ² por colector; Volume do depósito: 190 L Características I/O de ensaio (modelo linear): a0 = -0,9 J; aH= 1,0/m ² ; aT= 0,2 J/K Coefficiente de perdas térmicas do depósito no ensaio: 2,71 W/K Temperatura nominal de consumo: 60 °C Localização, posição e envolvente do sistema: Concelho: Lisboa; Latitude: 38,7 ° N (nominal); Longitude: 9,2 W (nominal) Inclinação do sistema: 47°; Azimute do sistema: 0 °; Obstruções no horizonte: 3° (por defeito)

De acordo com estes dados, resultam os dados de cálculo e dimensionamento de equipamento que se encontram seguidamente.

Análise energética anual

Esolar: 23745 kWh
Fracção solar: 74,0%
Produtividade: 857 kWh/ [m² colector]
Rendimento global do sistema: 47%

Análise económica

Período de retorno do investimento com incentivos económicos e benefícios fiscais: 5 anos
Período de retorno do investimento apenas com benefícios fiscais: 11 anos

Análise ambiental (impactes evitados)

Consumo de energia primária de origem fóssil: 31,66 MWh/ano (2582 kg de Butano/ano)
Emissões de gases com efeito de estufa: 7,4 ton CO₂ equivalente/ano (dos quais 7,4 ton CO₂/ano)

Edifício colectivo de sete pisos com circulação forçada

Pressupostos utilizados e dados para dimensionamento

Tabela nº 4. 32 – Pressupostos utilizados – Edifício tipo.

Tipologia	Fracções (nº)	Utilizadores (nº)	Litros/utilizador	Consumo total (l)
T2	14	42	40	1680

Tabela nº 4. 33 – Dados do equipamento e sistema solar.

Modelo do módulo solar: Vulcano WarmSun FKC-1S (14 módulos); Área total dos colectores: 31,6 m ² Coefficientes de perdas térmicas: a1 = 3,681 W/m ² /K; a2= 0,017 W/m ² /K ² ; Rendimento óptico: 77,0% Depósito: Modelo: Vulcano - ST 120; Volume total: 1638 L; Área externa total: 26,18 m ² ; Material: médio condutor de calor; Posição: vertical; Deflectores interiores; Permutador interno ao depósito do tipo serpentina e com eficácia de 55% Coefficiente de perdas térmicas: 26,18 W/K Tubagens: Comprimento total: 70,0 m; Percorso no exterior: 17,5 m com protecção mecânica; Diâmetro interno: 37,0 mm; Espessura do tubo metálico: 3,0 mm; Espessura do isolamento: 36,0 mm; Condutividade térmica do metal: 380 W/m/K; Condutividade térmica do isolamento: 0,030 W/m/K Temperatura nominal de consumo = 60 °C Localização, posição e envolvente do sistema: Concelho: Lisboa; Latitude: 38,7 ° N (nominal); Longitude: 9,2 W (nominal) Inclinação do painel: 40°; Azimuth do sistema: 0 °; Obstruções no horizonte: 3° (por defeito)

De acordo com estes dados, resultam os dados de cálculo e dimensionamento de equipamento que se encontram seguidamente.

Análise energética anual

Esolar: 23803 kWh

Fracção solar: 74,2%

Produtividade: 752 kWh/[m² colector]

Rendimento global do sistema: 40%

Análise económica

Período de retorno do investimento apenas com benefícios fiscais: 14 anos

Análise ambiental (impactes evitados)

Consumo de energia primária de origem fóssil: 31,74 MWh/ano (2589 kg de Butano/ano)

Emissões de gases com efeito de estufa: 7,4 ton CO² equivalente/ano (dos quais 7,4 ton CO²/ano)

NOTA: No que diz respeito aos **sistema de captação e depósitos de armazenamento comuns com e sem contadores** para cada inquilino (para edifícios colectivos multifamiliares), numa comunicação pessoal de André Cruz, 2009, este tipo de sistemas são “utilizados em Instalações Centrais, não sendo comuns em edifícios de habitação, pois o fornecimento de AQS passa para o condomínio”. Assim não será feita a simulação no SolTerm para estes casos.

Pela análise dos dados anteriores, no caso da moradia e do edifício colectivo de quatro pisos, a E_{solar} resultante dos sistemas termossifão é superior à E_{solar} dos sistemas de circulação forçada, assim como a fracção solar, a produtividade e o rendimento global do sistema.

Por outro lado, os consumos de energia fóssil são superiores no caso do recurso a sistemas termossifão e, consequentemente, as emissões de gases com efeito de estufa evitadas também são superiores neste sistema, comparativamente a sistemas de circulação forçada. Contudo, os resultados dos dois sistemas não são significativamente diferentes.

Os resultados no caso da moradia, ainda que pareçam estranhos, devem-se ao facto de se ter efectuado a simulação para um equipamento com mais capacidade de armazenamento (sistema de circulação forçada com depósito de 300 L) do que a necessário para a quantidade de ocupantes da habitação referida (3 ocupantes para uma moradia). Optou-se por um equipamento desta capacidade de forma a incluírem-se os incentivos concedidos pelo governo no ano de 2009, os quais apenas possuíam sistemas de circulação forçada com depósitos de 300 L.

No caso do edifício colectivo de quatro pisos, o resultado pode resultar do facto da área total de captação no caso dos sistemas por termossifão ser ligeiramente superior ($1,98 \text{ m}^2 \times 8 = 15,84 \text{ m}^2$) ao caso do sistema de circulação forçada ($15,6 \text{ m}^2$).

No caso do edifício colectivo de sete pisos, a E_{solar} do sistema de circulação forçada já foi superior à E_{solar} do sistema termossifão, o que pode dever-se ao facto da área total de captação no caso do

sistema com circulação forçada ser superior ($31,6 \text{ m}^2$) à do sistema por termossifão ($14 \times 1,98 = 27,72 \text{ m}^2$). Neste caso, o consumo de energia fóssil é também mais elevado no caso do recurso a um sistema de circulação forçada.

Quanto às análises económicas, a existência de incentivos reduz de uma forma significativa o período de retorno, comparativamente às situações sem incentivos. Além disso, os períodos de retorno (com e sem incentivos) são inferiores no caso do recurso a sistemas de circulação por termossifão em comparação com os sistemas de circulação forçada. Isto resulta do facto do preço dos sistemas termossifão serem significativamente inferiores aos sistemas por circulação forçada.

5. RECOMENDAÇÕES

5.1 RCCTE

O actual RCCTE conduziu à obrigatoriedade da instalação de painéis solares térmicos nas novas habitações. Porém, é necessário que se aposte na sua clarificação e simplificação, de forma à sua efectiva aplicação em todos os edifícios.

Assim sendo, e tendo em conta os resultados do inquérito, a maioria das empresas inquiridas não concorda com a medida implementada que conduz à obrigatoriedade da instalação de 1 m² de painel solar por ocupante. Na verdade, o RCCTE deveria privilegiar um critério de eficiência e não um critério de área. Além disso, é necessário que algumas noções sejam esclarecidas, tais como o âmbito de aplicação, a eficiência que os colectores devem possuir, a sua orientação, inclinação e distância; e que a utilização de expressões dúbias e que conduzem a diferentes interpretações por parte do leitor (ex.: envolvente) sejam evitadas.

5.2 Medida Solar Térmico 2009

A MST 2009 contribui para a disseminação da energia solar térmica em Portugal, para o desenvolvimento da indústria e para a criação de postos de trabalho. Além disso, permitiu a aquisição de equipamentos solares térmicos a preços mais competitivos para o cliente, sobretudo no caso de edifícios monofamiliares.

Assim sendo, é importante que se continue a apostar no solar térmico e no desenvolvimento de medidas políticas de incentivo à utilização de energias renováveis.

Actualmente, e de forma a não quebrar o fluxo de trabalho das empresas ligadas ao ramo do solar térmico e a não reduzir postos de trabalho, é importante dar continuidade à MST 2009 e expandir o seu campo de aplicação aos edifícios colectivos (serviços e multifamiliares), os quais possuem uma elevada potencialidade para a aplicação da energia solar térmica.

5.3 SolTerm

O programa SolTerm, ainda que seja uma ferramenta útil na análise de desempenho de sistemas solares, possui ainda algumas limitações e incorrecções que devem ser revistas. Porém, o RCCTE refere que a contribuição de sistemas de colectores solares para aquecimento de águas quentes sanitárias deverá ser calculada utilizando o programa SolTerm.

No que diz respeito à localidade pretendida para a instalação solar, a versão 5.0 do SolTerm, por defeito, assume a localidade de Abrantes. Para proceder à alteração para a localidade pretendida é necessário fazê-lo duas vezes para que o programa assuma efectivamente essa alteração. Caso o

utilizador não se aperceba disso atempadamente, todos os dados produzidos a partir deste ponto serão baseados na localidade de Abrantes, sendo necessário repetir todo o processo.

Por outro lado, as análises energéticas anuais e económicas produzidas pelo SolTerm nem sempre traduzem a realidade.

No que diz respeito à análise energética anual, em concreto à radiação solar fornecida pelo sistema (E_{solar}), os resultados devem ser analisados com algum cuidado. Na análise efectuada neste trabalho, os valores da E_{solar} , na maior parte dos casos, foram superiores no caso da utilização de sistemas termossifão e não nos sistemas de circulação forçada, ainda que nestes últimos a energia anual fornecida pelo sistema seja superior.

Além disso, na análise económica, os períodos de retorno foram sempre demasiado elevados, comparativamente ao que era esperado.

Assim, os dados produzidos pelo programa devem ser analisados com sentido crítico.

5.4 Integração dos equipamentos nos edifícios

No que diz respeito à instalação dos equipamentos, e tendo em conta que a grande maioria será instalada nos telhados dos edifícios, é importante que as empresas produtoras de painéis solares térmicos criem condições para que estes se adaptem a diferentes tipos de telhados, com diferentes estruturas e inclinações e que utilizem materiais que não comprometam a arquitectura do edifício. Actualmente, já existem no mercado marcas que comercializam equipamentos que podem ser instalados em qualquer tipo de telhado, podendo estes substituírem as telhas em telhados inclinados. Uma outra solução que pode ser adoptada é a colocação do painel sobre a fachada (Vulcano, 2008). Contudo esta solução deve ser devidamente ponderada, visto poder comprometer a arquitectura do edifício.

A figura nº 5.1 representa alguns tipos de painéis e o tipo de integração que possuem.

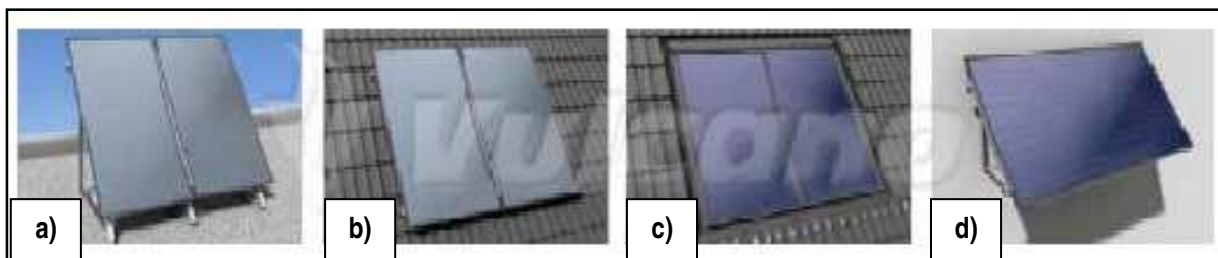


Figura nº 5. 1 – a) Painel solar térmico em telhado plano; b) telhado inclinado; c) painel integrado em telhado inclinado; d) painel colocado sobre a fachada (**Fonte:** Vulcano, 2008).

A imagem a) da figura nº 5.1 mostra a instalação de um colector solar por circulação forçada num telhado plano; a imagem b) o painel sobre um telhado inclinado; a imagem c) o painel integrado num telhado inclinado; e a imagem d) o painel sobre uma fachada. Esteticamente pode dizer-se que a

integração dos colectores em telhados inclinados é a solução mais adequada ainda que, em telhados planos, a instalação dos painéis não seja visível num plano horizontal, na maioria dos casos, não conduzindo a impactes visuais significativos.

A empresa Velux também se preocupa em conciliar a estética com a funcionalidade, fabricando painéis que podem ser integrados de forma harmoniosa no telhado e mantendo as tubagens ocultas (figura nº 5.2) e painéis que podem ser combinados com janelas de sótão do tipo Velux (figura nº 5.3 e nº 5.4).



Figura nº 5. 2 – Painéis solares térmicos instalados em telhado inclinado (**Fonte:** Velux, 2009).



Figura nº 5. 3 e Figura nº 5. 4 – Instalação de painéis solares térmicos combinados com janelas VELUX (**Fonte:** Velux, 2009).

As figuras nº 5.3 e nº 5.4 traduzem bons exemplos de integração, sendo recomendado que se sigam estes exemplos. A figura nº 5.2, em particular, apresenta um bonito efeito no telhado de uma habitação, produzido pela instalação de painéis solares térmicos. De notar que, e independentemente das tecnologias desenvolvidas para a redução do impacte estético dos equipamentos, os sistemas solares térmicos por circulação forçada apresentam, na grande maioria das vezes, uma melhor integração. As figuras nº 5.5, nº 5.6 e nº 5.7 correspondem a situações de instalação de painéis solares térmicos em situações reais.



Figura nº 5. 5 – Instalação de painéis com sistema de circulação forçada sobre telhado plano (**Fonte:** Inovafiel, 2007).



Figura nº 5. 6 – Instalação de painéis com sistema termossifão sobre telhado plano (**Fonte:** Inovafiel, 2007).



Figura nº 5. 7 – Instalação de painéis com sistema de circulação forçada sobre telhado inclinado (**Fonte:** Inovafiel, 2007).

As figuras nº 5.5 e nº 5.6 apresentam instalações solares térmicas em telhados planos, em concreto painéis com sistema de circulação forçada, no primeiro caso; e com sistema termossifão, no segundo. A figura nº 5.7 representa a instalação de painéis por circulação forçada num telhado inclinado com recurso a suportes para obter uma inclinação mais favorável (mas menos estética). Este exemplo deve ser de todo evitado, porque resulta num quadro pouco estético e bastante visível de qualquer ponto do plano horizontal.

Além disso, as estruturas de suporte utilizadas para melhorar a inclinação dos painéis devem ser adaptadas aos diferentes tipos de telha, devendo ficar o mais imperceptíveis possível.

5.5 Instalação em edifícios colectivos e/ou multifamiliares

Um outro ponto discutível, e que é um dos factores que mais dificulta a instalação de sistemas solares em edifícios colectivos multifamiliares, é o facto da instalação dos equipamentos necessitar do aval de todos os condóminos do edifício. A utilização de áreas comuns, como telhados e terraços, necessita de aceitação formal em assembleia de condóminos, sendo por isso necessário apostar na sensibilização de todos os inquilinos para as vantagens dos sistemas solares térmicos. Por outro lado, nos casos em que a instalação é efectuada na fachada do edifício é necessário consultar a Câmara Municipal para obtenção de autorização, quando exigida. Em centros históricos também é necessário solicitar uma autorização para a instalação destes equipamentos à Câmara Municipal pois, muitas vezes, a sua instalação conduzirá a uma alteração da fachada e em algumas zonas a câmara pode não dar essa autorização (Água Quente Solar, 2004).

A figura nº 5.8 elucida os leitores para a importância de uma correcta integração nos edifícios. A imagem fala por si.



Figura nº 5. 8 – Instalação de painéis solares térmicos por termossifão na cobertura de um edifício multifamiliar (**Fonte:** Benedito *et al.*, 2010)

A figura nº 5.8 representa tudo aquilo que nunca deve ser feito numa instalação de equipamentos solares térmicos. Por muito que seja necessário apostar na disseminação da energia solar, incluindo a sua utilização em edifícios multifamiliares, é importante ser razoável e impedir que se cometam erros desta espécie e que contribuam de uma forma negativa para o desenvolvimento do tecido urbano e para a aceitação dos painéis solares térmicos.

5.6 Certificação

Da análise efectuada observa-se que a maior parte das empresas não se encontra sensibilizada para a importância da certificação. Assim, recomenda-se que se desenvolvam acções de formação que contribuam para a sensibilização das empresas do sector do solar térmico para a importância deste processo. Além disso, era importante que a certificação dos produtos fosse obrigatória, de forma a garantir uma maior qualidade dos produtos.

5.7 Garantia

A totalidade das empresas inquiridas concede garantia aos seus clientes. Porém, o tempo concedido não é igual em todas as empresas. Recomenda-se, assim, que se uniformize o tempo de garantia dos equipamentos solares térmicos, de forma a facilitar todo o processo inerente ao serviço de pós-venda dos equipamentos, nomeadamente no direito pela garantia, esclarecimento e satisfação dos clientes.

5.8 Responsabilidade pelo desmantelamento e manutenção

A responsabilidade pelo desmantelamento e manutenção dos equipamentos solares térmicos ainda não se encontra devidamente atribuída. É assim importante que essa responsabilidade seja atribuída a entidades competentes, para que os equipamentos em fim-de-vida sejam correctamente tratados, eliminados e/ou reciclados, sempre que possível, e que a qualidade dos mesmos seja mantida ao longo do seu tempo de vida útil.

5.9 Meios e instrumentos utilizados pelos instaladores

É importante que se desenvolvam meios e instrumentos para a formação dos técnicos instaladores, para que estes possuam competências para o desenvolvimento da sua actividade.

5.10 Serviços de apoio ao cliente

Uma das principais recomendações é a criação, por parte das empresas de fabrico e instalação de painéis solares térmicos, de serviços de apoio ao cliente, que garantam um contínuo apoio e esclarecimento, na eventualidade de surgirem problemas e dúvidas ao longo do período de vida útil dos equipamentos. Na verdade, a maioria das empresas inquiridas possui serviços de apoio ao cliente, mas é necessário que estes sejam mais diversificados de forma a fazer face a todo o tipo de reclamações, questões e/ou sugestões colocadas pelo cliente. A título de exemplo, descreve-se o caso da empresa Vulcano, a qual possui um serviço de apoio ao cliente que contempla um gabinete de projectos e aconselhamento técnico, que presta apoio técnico e dimensiona personaladamente a solução térmica mais adequada; uma equipa comercial, que apoia na fase de pré-venda e presta apoio na obra; um centro de formação em Lisboa e Aveiro, que permite analisar e simular inúmeras soluções reais; e um site, que disponibiliza informações relativas à gama solar, tais como documentação, características, dimensionamento e legislação completa (Vulcano, 2008).

5.11 Materiais utilizados

Quanto aos materiais utilizados nos equipamentos solares deve-se recorrer, sempre que possível, a materiais ecológicos e abundantes na natureza. O aço, por exemplo, é um material totalmente reciclável, podendo, uma vez esgotada a vida útil do painel solar térmico, retornar aos fornos das siderurgias para ser reprocessado, sem perda de nenhuma das suas qualidades. Além disso, as edificações em aço, por serem facilmente desmontáveis, de maneira segura e limpa, permitem despojo selectivo (Cysneiros, 2009).

5.12 Síntese das principais recomendações

Na tabela nº 5.1 encontram-se descritas as principais recomendações deste trabalho.

Tabela nº 5. 1 – Síntese das principais recomendações.

Medida	Destinatário	Facilidade
Privilegiar, na aplicação do RCCTE, um critério de eficiência em detrimento de um de área; esclarecer algumas noções (ex: âmbito de aplicação; eficiência dos colectores, a orientação, inclinação e distância); e evitar a utilização de expressões dúbias.	Estado	+/-
Continuar com a MST 2009 e com as suas vantagens (incentivos económicos, garantia, manutenção, facilidade de aquisição) e, se possível, alargá-la, de forma a incluir os edifícios colectivos multifamiliares.	Estado	-
Rever as limitações e incorrecções do programa SolTerm, sobretudo ao nível da análise energética anual e da análise económica.	INETI	+/-
Privilegiar a integração dos painéis em telhados inclinados e garantir que, quando instalados em telhados planos, não sejam facilmente visíveis.	Empresas fabricantes e instaladoras	+
Desenvolver produtos que se adaptem a diferentes tipos de telhados, com diferentes estruturas e inclinações e que utilizem materiais que não comprometam a arquitectura dos edifícios.	Empresas fabricantes e investigação	+/-
Adaptar as estruturas de suporte dos painéis aos diferentes tipos de telha, devendo estas ficar o mais imperceptíveis possível.	Empresas fabricantes	+
Privilegiar a instalação de sistemas solares térmicos por circulação forçada, sempre que for energética e economicamente viável, visto que estes apresentam, na grande maioria das vezes, uma melhor integração nos edifícios.	Empresas instaladoras	+/-
Desenvolver medidas e metodologias, na forma de guias de instalação, que se apliquem às diferentes tipologias de edifícios e à sua localização no terreno, de forma a facilitar o processo inerente à instalação dos painéis solares térmicos.	Empresas instaladoras e investigação	-
Desenvolver acções de formação que contribuam para a sensibilização das empresas para a importância da certificação e propor a obrigatoriedade na certificação dos produtos.	Empresas do sector e estado	+/-
Uniformizar o tempo de garantia dos equipamentos solares térmicos.	Empresas do sector e estado	+/-
Atribuir a responsabilidade pelo desmantelamento e manutenção dos equipamentos solares térmicos a entidades competentes.	Empresas do sector e estado	+
Desenvolver meios e instrumentos para a formação dos técnicos instaladores.	Empresas do sector e estado	+/-
Criar serviços de apoio ao cliente, que garantam um contínuo apoio e esclarecimento durante todo o período de vida útil dos equipamentos.	Empresas do sector	+
Utilizar materiais ecológicos e abundantes na natureza.	Empresas fabricantes e instaladoras.	+/-

Legenda:

Fácil	Médio	Difícil
+	+/-	-

6. CONCLUSÕES

6.1 Síntese

6.1.1 Panorama energético e recurso ao solar térmico

O actual panorama energético e o elevado consumo de energia no sector doméstico conduz à necessidade de se recorrer a energias menos poluentes e de se adoptarem tecnologias alternativas eficazes. A utilização de painéis solares para aquecimento de águas sanitárias contribui, assim, para a redução da factura energética de todos os cidadãos.

Porém, e através da pesquisa desenvolvida ao longo deste trabalho, ainda há muito a fazer no sector do solar térmico de forma a facilitar a sua penetração no mercado actual e a promover a aceitação da população em geral para a utilização deste tipo de energia.

A década de oitenta foi um período importante, na medida em que permitiu a entrada de vários equipamentos solares térmicos no mercado e nas habitações de muitos cidadãos. Porém, as dificuldades sentidas na altura traduziram-se num decréscimo do número de vendas e num descrédito da população para a utilização destes equipamentos.

Assim, surge agora uma nova oportunidade para que não sejam cometidos os mesmos erros e para que se possa utilizar o enorme potencial energético que o país possui. O número de horas de Sol em Portugal tem de ser transformado numa potência económica, de forma a reverter a crise actual.

A MST 2009, finda no ano passado, apesar de ter sido um bom contributo para a disseminação do solar térmico, não permitiu que o impulso dado às empresas para fabricarem mais e melhores produtos continuasse. Esta situação favorece a diminuição da produção, que se poderá reflectir no encerramento de fábricas e empresas do sector e do despedimento de trabalhadores.

Por outro lado, a necessidade de se apostarem em produtos mais eficientes, económicos, ecológicos e facilmente integráveis nos edifícios torna-se uma vantagem competitiva e que pode compelir os poderes políticos a apostarem fortemente nesta fonte energética.

6.1.2 Levantamento fotográfico

Através do levantamento fotográfico efectuado foi possível identificar casos com um elevado sucesso em termos de integração. A colocação dos colectores nas fachadas dos edifícios (ex: edifício do INETI) é uma forma de integrar os painéis não prejudicando, em alguns casos, a arquitectura do edifício. Porém, esta solução diminui substancialmente a eficiência do sistema.

A instalação dos colectores em telhados planos, do tipo terraço, mostra-se eficaz, na medida em que,

geralmente, os colectores não ficam visíveis num plano horizontal.

Os sistemas solares para integrar em telhados inclinados são os que apresentam, usualmente, um melhor resultado em termos de integração arquitectónica, mesmo que, em alguns casos, isso se traduza numa ligeira perda de eficiência por parte do sistema. Além disso, deve ter-se em consideração a correcta integração dos sistemas solares em telhados com cobertura inclinada revestida a telha, visto que, e segundo o INE, este tipo de cobertura é o mais frequente em Lisboa.

Por outro lado, os colectores solares térmicos com sistemas de circulação por termossifão apresentam piores resultados em termos estéticos, comparativamente aos sistemas por circulação forçada, visto que o depósito tem de ficar sobre o colector, dificultando a sua camuflagem.

Assim, um correcto dimensionamento dos sistemas solares é importante, não só para maximizar a eficiência do sistema, mas também para que a arquitectura dos edifícios não seja comprometida.

6.1.3 Inquérito às empresas do ramo do solar térmico

A maioria das empresas do sector apresentam preocupações relativas à integração dos painéis solares térmicos, mesmo que isso se traduza numa redução da eficiência do sistema. Além disso, as empresas inquiridas possuem já alguns produtos e soluções com vista a uma melhor integração dos seus equipamentos nos edifícios. Estas soluções baseiam-se na minimização das estruturas de reorientação dos painéis e no recurso a sistemas integrados, discretos e em harmonia com o espaço envolvente.

A MST 2009 conduziu a um aumento, na ordem dos 20 a 30%, da procura de equipamentos solares térmicos. Além disso, contribuiu para que as empresas do ramo apostassem na certificação dos seus produtos, de forma a poderem aceder à medida.

Porém, a imagem do solar térmico em Portugal tem de ser melhorada. Para alguns, os maiores obstáculos ao desenvolvimento e aplicação desta tecnologia resultam da ignorância generalizada e da falta de uma visão política clara sobre a sua relevância estratégica para Portugal. Assim, é necessário que o investimento inicial seja diminuído e que sejam desenvolvidas técnicas de marketing e de incentivo à utilização eficiente destes equipamentos. Além disso, é necessário apostar nos benefícios fiscais e nos subsídios, no esquema bonificado e na publicidade gratuita/tempo de antena.

Mediante os resultados do inquérito, os factores que detêm mais importância aquando o fabrico e/ou aquisição de painéis solares térmicos relacionam-se com a componente económica, em detrimento de factores relacionados com a componente ambiental e arquitectónica/estética.

O apoio ao cliente também é muito importante na contribuição para a credibilização do sector e a maior parte das empresas possuem este serviço, o qual é efectuado, na maior parte das vezes, através de contratos de manutenção e de linhas de apoio telefónico.

Em termos de mercado, e segundo os resultados do inquérito, em Portugal os painéis solares planos com cobertura são os mais fabricados e comercializados e, em conjunto com os CPC representam cerca de 92%; os restantes 8% vão para os colectores com tubos de vácuo. Estes valores resultam do facto da maioria dos painéis solares térmicos em Portugal serem utilizados para aquecimento de águas sanitárias e para uma gama de temperaturas específicas, para os quais os painéis solares planos com cobertura estão habilitados.

Quanto à origem dos produtos comercializados, a maioria dos equipamentos comercializados pelas empresas nacionais são importados. Assim, é necessário promover o desenvolvimento do sector do solar térmico de forma a aumentar a produtividade de equipamentos com qualidade em Portugal. Para isso, é importante apostar na formação e na especialização de todos os intervenientes do sector e, nomeadamente, dos técnicos instaladores.

Quanto ao critério definido no RCCTE, relativo à instalação de 1 m² de painel solar térmico por habitante, a maioria das empresas não concorda com esta medida. Assim, é importante alterar o actual critério de área para um critério de eficiência, de forma a não privilegiar a maior tecnologia, mas sim a melhor. Porém, actualmente, e independentemente de ser utilizado 1 m² como referência, os sistemas já são dimensionados segundo as necessidades da habitação e da eficiência dos equipamentos. Além disso, o âmbito de aplicação, a eficiência, orientação, inclinação e distância dos colectores devem ser determinados, assim como o recurso a expressões menos claras deve ser evitado.

Em suma, pode dizer-se que, actualmente, existem várias soluções para instalações de equipamentos solares térmicos. Porém, através deste estudo, foi possível definir uma solução dita “ideal” para os edifícios de serviços: sistema de captação solar e depósitos de armazenamento comuns; e para os edifícios colectivos e/ou multifamiliares: sistema de captação comum e depósitos de armazenamento individuais por inquilino. A diferença entre estes dois sistemas reside sobretudo no facto de no primeiro caso existir, normalmente, apenas um proprietário, enquanto no segundo existem vários moradores, sendo necessário quantificar os gastos associados a cada um deles. Porém, estas soluções, apesar de poderem ser aplicadas à maioria dos casos, devem ser devidamente analisadas.

6.1.4 Estudos de viabilidade de instalação de equipamentos solares térmicos

Relativamente aos resultados do estudo de viabilidade de instalação de equipamentos solares em edifícios-tipo, efectuados no programa SolTerm, de uma forma geral a E_{solar} resultante dos sistemas termossifão foi superior à E_{solar} dos sistemas de circulação forçada, assim como a fracção solar, a produtividade e o rendimento global do sistema.

Em parte, este resultado deve-se, no caso da moradia, ao facto de, e de forma a incluir os incentivos

concedidos pelo governo no ano de 2009, os quais apenas possuíam sistemas de circulação forçada com depósitos de 300 L, se ter recorrido à utilização de equipamentos com mais capacidade de armazenamento (sistema de circulação forçada com depósito de 300 L) do que a necessária para a quantidade de ocupantes do edifícios-tipo estudado (três ocupantes). No caso do edifício colectivo de quatro pisos, o resultado pode resultar do facto da área total de captação no caso dos sistemas por termossifão ser ligeiramente superior ($1,98 \text{ m}^2 \times 8 = 15,84 \text{ m}^2$) à do sistema de circulação forçada ($15,6 \text{ m}^2$).

Porém, no caso do edifício colectivo de sete pisos, a E_{solar} do sistema de circulação forçada já foi superior à E_{solar} do sistema termossifão, o que pode dever-se ao facto da área total de captação no caso do sistema com circulação forçada ser superior ($31,6 \text{ m}^2$) à do sistema termossifão ($14 \times 1,98 = 27,72 \text{ m}^2$).

Por outro lado, os consumos de energia fóssil são superiores no caso do recurso a sistemas termossifão e, conseqüentemente, as emissões de gases com efeito de estufa evitadas também são superiores neste sistema, comparativamente a sistemas de circulação forçada, à excepção no caso do edifício colectivo de sete pisos. Contudo, os resultados dos dois sistemas não são significativamente diferentes.

Na análise económica, a existência de incentivos reduz significativamente o período de retorno, comparativamente às situações sem incentivos. Além disso, os períodos de retorno (com e sem incentivos) são inferiores no caso do recurso a sistemas por termossifão em comparação com os sistemas de circulação forçada. Isto resulta do facto do preço dos sistemas termossifão serem significativamente inferiores aos sistemas por circulação forçada. Porém, todas as análises efectuadas para todos os edifícios-tipo conduziram a períodos de retorno superiores ao esperado.

Contudo, há que sublinhar que os resultados destas projecções nem sempre traduzem correctamente a realidade. Na verdade, os resultados produzidos no SolTerm contradizem o que, há partida, era esperado. Pelas características dos equipamentos solares estudados (equipamento termossifão AoSol 190 e equipamento de circulação forçada Vulcano WarmSun FKC-1s) os equipamentos por circulação forçada deveriam produzir valores de E_{solar} , fracção solar, produtividade e rendimento superiores, visto que a energia anual fornecida pelo sistema também é superior. Porém, não foi o verificado.

Além disso, os valores resultantes da análise energética são, no geral e em todos os casos estudados, muito baixos. Já no que diz respeito à análise económica os resultados são todos muito elevados, ou seja, traduzem-se em períodos de retorno muito longos. Esta situação não abona a favor da utilização da energia solar e pode conduzir a que esta seja considerada um mau investimento, quer em termos energéticos, quer em termos económicos. Porém, há que advertir para o facto de o rendimento global do sistema traduzir-se no aproveitamento de energia que o equipamento solar consegue fazer, isto é,

perante uma determinada energia radiante incidente a energia útil captada pelo sistema. Assim, baixos rendimentos globais não significam maus resultados, visto que a energia captada e aproveitada por um sistema solar é capaz, em quase todos os casos, de colmatar cerca de 70 a 80% das necessidades de aquecimento de água durante todo o ano. Já no que diz respeito à análise energética, de facto, os valores resultantes do SolTerm são desmotivantes e podem conduzir a más interpretações e a demover muitos clientes da aquisição destes equipamentos.

Assim, pode dizer-se que é necessário encarar os dados produzidos pelo SolTerm com sentido crítico e, se possível, complementar esta informação com outros meios e dados, até que sejam aperfeiçoados os meios e as ferramentas de análise existentes. Este tipo de projecções, ainda que possa ser útil na determinação da viabilidade da instalação de equipamentos solares, possui limitações que não devem ser ignoradas. Na verdade, correctamente concebidos, instalados e operados, os sistemas solares térmicos contribuem para o nosso enriquecimento e para um melhor relacionamento com o ambiente e com a sociedade, sendo por esta razão importante que os programas de análise sejam eficazes e representativos da realidade, de forma a contribuírem para o aumento da utilização destes sistemas.

6.1.5 Recomendações e conclusões finais

As principais recomendações deste trabalho são as seguintes: alguns tópicos da actual legislação (RCCTE) devem ser alterados; a MST 2009 deve ser continuada e alargada aos edifícios colectivos; devem-se desenvolver metodologias que facilitem a instalação dos equipamentos, para que a sua integração não comprometa a arquitectura dos edifícios; as empresas devem ser sensibilizadas para a importância da certificação; o tempo de garantia deve ser uniformizado e a responsabilidade pelo desmantelamento e manutenção dos equipamentos deve ser atribuída a entidades competentes; devem-se desenvolver meios e instrumentos para a formação dos técnicos instaladores; deve-se apostar no desenvolvimento de serviços de apoio ao cliente eficazes; e devem-se utilizar materiais ecológicos e abundantes.

Como principais conclusões, pode dizer-se que existem ainda muitas deficiências na aplicação destas tecnologias e equipamentos, quer na formação dos técnicos, quer na indiferença por parte dos dirigentes face a esta temática.

No sector empresarial denotam-se ainda, e infelizmente, elevadas incongruências relativas a alguns tópicos focados ao longo dos inquéritos e entrevistas realizadas, nomeadamente em situações relativas ao tempo de garantia e à responsabilidade pelo desmantelamento/manutenção dos produtos. Assim, é importante definir normas específicas que normalizem questões deste cariz.

Por outro lado, a construção actual deve privilegiar a multidisciplinaridade, de forma a possibilitar-se um

diálogo entre a engenharia e a arquitectura.

Assim, os códigos políticos em vigor, os planos estratégicos de actuação e os programas e projectos sobre o solar térmico são fulcrais para estabelecer metas e adquirir conhecimentos que visem a efectiva aplicação das medidas estabelecidas. Mas, para que isto aconteça, é necessária uma intervenção participativa por parte das autoridades nacionais e regionais, da UE e de todos os cidadãos em geral, de forma a aproveitarem-se as inúmeras vantagens da utilização de uma energia limpa, gratuita e abundante, transformando qualquer um de nós num potencial produtor da sua própria energia.

Além disso, é fulcral que se aposte na formação e responsabilização de todos os intervenientes na comercialização, fabrico e instalação de colectores solares; que a actual legislação seja clarificada e simplificada; que sejam desenvolvidos programas de análise de sistemas solares térmicos mais eficazes e representativos da realidade; que se recorram a equipas multidisciplinares que cruzem os seus conhecimentos e competências de forma a obter bons resultados não só em termos energéticos (eficiência do sistema), mas também em termos de integração arquitectónica nos edifícios; e que se desenvolvam estruturas e/ou entidades que possibilitem o acompanhamento e a monitorização dos sistemas e equipamentos solares térmicos.

Assim, o contributo deste trabalho baseou-se na sensibilização de todos os actores do sector para a importância de uma eficiente valorização e integração do solar térmico em Portugal.

6.2 Cumprimento dos objectivos

Na medida do possível, os objectivos propostos no início do presente trabalho foram cumpridos.

Foi possível apresentar, através da realização de inquéritos e entrevistas às empresas do sector, o actual panorama da energia solar térmica para aquecimento de águas sanitárias em Portugal. Esta abordagem possibilitou sensibilizar as empresas para algumas limitações observadas.

Além disso, foi feito um levantamento de informação de algumas tecnologias que utilizam a energia solar térmica, não só para aquecimento de águas sanitárias, mas também para outros fins.

Por outro lado, a metodologia aplicada permitiu sistematizar alguns dos problemas associados à instalação dos sistemas solares térmicos (em situações de pós construção e não só) e propor algumas soluções para a sua integração nos edifícios.

Também foi possível a familiarização com o programa SolTerm, ferramenta útil no estudo de viabilidade de instalação de sistemas solares térmicos, e a detecção de algumas limitações na sua aplicação.

Porém, teria sido interessante incluir a visão directa do cliente em relação ao solar térmico e não somente através da visão das empresas inquiridas. Além disso, teria sido elucidativo observar o processo de instalação de painéis solares térmicos, em diferentes situações, e comunicar directamente

com os instaladores durante o decurso da sua actividade.

Porém, o saldo foi positivo e, apesar de algumas limitações sentidas no decorrer do trabalho, foi possível aprofundar com algum detalhe toda a dinâmica da energia solar térmica em Portugal.

6.3 Desenvolvimentos futuros

Através da elaboração deste trabalho verificou-se que seria interessante desenvolver e investigar diversas áreas ligadas à aplicação da energia solar térmica e às inúmeras vantagens que daí advêm.

Assim, seria interessante explorar as várias aplicações da energia solar ao nível das actividades do quotidiano (ex: cozinhar alimentos) utilizando a tecnologia existente.

Por outro lado, o desenvolvimento e a investigação de algumas tecnologias já existentes, mas pouco usadas (ex: telhas solares) permitiriam uma utilização bivalente do solar térmico e a possibilidade de uma integração nos edifícios muito interessante do ponto de vista arquitectónico. O desenvolvimento de novos mecanismos de integração, a utilização de novos materiais e o recurso a cores diferentes das usuais nos sistemas actuais poderia contribuir para a obtenção de bons resultados em termos de integração nos edifícios. Além disso, a investigação de outras tecnologias que possibilitem aproveitar a energia solar térmica para outros fins, que não os verificados actualmente, pode contribuir para a melhoria das actuais políticas energéticas e reduzir a dependência de combustíveis fósseis.

Seria também interessante fazer uma abordagem idêntica à efectuada neste trabalho, mas focando a óptica do cliente final, ou seja, tentar perceber quais os requisitos que o cliente considera serem os necessários para que uma instalação de sistemas solares térmicos seja considerada ideal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADENE e INETI (2002). *Fórum Energias Renováveis em Portugal – Uma contribuição para os objectivos de política energética e ambiental*.
- ADENE (2009). *Perguntas & Respostas sobre RCCTE*. ADENE, Versão de trabalho 1.6.
- Água Quente Solar (2004). *Utilização de Colectores Solares para Aquecimento de Água no Sector Doméstico*. DGGE e IP-AQSpP. ISBN 972-8268-29-7.
- Água Quente Solar (2009a). *Água Quente Solar*. Disponível em: <http://www.aguaquentesolar.com/aqs/index.asp> [Consultado a 6 de Junho de 2009].
- Água Quente Solar (2009b). *Certificação de equipamentos solares térmicos – colectores solares e sistemas do tipo “kit”*. Disponível em: <http://www.aguaquentesolar.com/publicacoes/3/certificacaoEquipamentos.pdf> [Consultado a 20 de Julho de 2009].
- Aguiar, R. (2007). *Manual de Instalação e Utilização do software SolTerm versão 5.0*. Lisboa: INETI: Departamento de Energias Renováveis.
- Almeida, J. M.; Costa, J.C. (2009). *Guia do Instalador*. INETI. Disponível em: <http://www.aguaquentesolar.com/noticiaseventos/e6/JCruzCosta.pdf> [Consultado a 21 de Julho de 2009].
- Antunes, P. (2004). *Objectivos Ambientais e Sustentabilidade*. Seminário Energia e Ambiente – Metas e Políticas. Disponível em: <http://www.galpenenergia.com/NR/rdonlyres/931EB8DE-37F4-431B-A208-19C177698CDD/0/PaulaAntunes.pdf> [Consultado a 21 de Julho de 2009].
- Archibald, J. (2010). *Building Integrated Solar Thermal Roofing Systems History, Current Status, and Future Promise*. Disponível em: <http://www.americansolar.com/resources/papers/solar99.pdf> [Consultado a 18 de Janeiro de 2010].
- Agência Regional de Energia e Ambiente do Algarve (2008). *2ª Jornada de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Algarve*. AREAL. Disponível: http://www.cm-albufeira.pt/NR/rdonlyres/6B419A1D-C5CF-4EBF-A21E-4939451BDB19/0/Painel_III.pdf [Consultado a 6 de Junho de 2009].
- Associação Portuguesa da Indústria Solar (2009a). *Estatísticas Rápidas [Solar Térmico]*. APISOLAR.
- Associação Portuguesa da Indústria Solar (2009b). *Medida Solar Térmico 2009. Critérios para Adesão à Medida de Apoio. Regime de PME como entidades fornecedoras*. APISOLAR. Disponível em: http://www.apisolar.pt/site/politicas/pdf/Medida_Solar_Termico_2009.pdf [Consultado a 21 de Julho de 2009].
- Associação Portuguesa da Indústria Solar (2009c). *Missão & Visão*. APISOLAR. Disponível em: <http://www.apisolar.pt/site/default.asp> [Consultado a 21 de Julho de 2009].

- Benedito, R.; Neto, A. S.; Ribeiro, T. B. S. (2010). *Energia Solar Térmica*. Disponível em: http://energia.ice.usp.br/material_aula/ENE%205704%20%20Recursos%20e%20Oferta%20de%20Energia/2007/Apresentacoes/Solar.pdf [Consultado a 18 de Janeiro de 2010].
- Bowman, 2009. *Permutadores de Calor Tubulares para Piscinas*. Bowman.
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: innovation inspired by nature*. New York, USA: Quill – William Morrow.
- Brito, M. C. (2001). *Electricidade Solar*. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Disponível em: <http://solar.fc.ul.pt/p1.pdf> [Consultado a 17 de Março de 2009].
- Carvalho, M. J. (2005). *Certificação de equipamentos e instaladores*. INETI. Disponível em: <http://www.aguaquentesolar.com/noticias/eventos/e7/MJCarvalho1.pdf> [Consultado a 21 de Junho de 2009].
- Carvalho, M. J. (2009). *Solar térmico: "Solar Térmico: É preciso criar um observatório"*. Climatização, ed. Maio/Junho.
- Castanheira, L. F. C. (2002). *O Planeamento Energético Urbano e o Desenvolvimento Sustentável*. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Conseil International du Bâtiment (1999). *Agenda 21 on sustainable construction*. Rotterdam, Holland: CIB.
- Climatização (2009a). *Medida Solar Térmico – Estamos a 30% dos objectivos traçados*. Climatização, 30 de Setembro de 2009.
- Climatização (2009b). *Solar Térmico. O caminho da Sustentabilidade. Estamos no bom caminho!* Climatização, ed. Outubro de 2009.
- Colon, C.; Merrigan, T. (2001). *Roof Integrated Solar Absorbers: The Measured Performance of "Invisible" Solar Collectors*. Colorado: National Renewable Energy Laboratory.
- Concurso Solar (2010). *Guia da energia solar*. Disponível em: <http://www.ciencia viva.pt/raisolar/guia4.pdf> [Consultado a 18 de Janeiro de 2010].
- Construção Sustentável (2008). *O que é a construção sustentável?* Solar Project Gaia. Disponível em: <http://construcaosustentavel.blogspot.com/2008/03/o-que-construo-sustentavel.html> [Consultado a 17 de Março de 2009].
- Construlink (2005). *Guião Técnico: Soluções a Energia Solar*. Disponível em: http://www.construlink.com/2003_GuiaoTecnico/Ficheiros/gt_249_vulcano_7_2005_07_20.pdf [Consultado a 6 de Junho de 2009].
- Construlink (2006). *Ficha Técnica nº 5. Edifícios – Energia Alternativa*.

- Cysneiros, N. C. O. (2009). *Um passo para uma arquitectura mais responsável – Projecto básico de um edifício residencial incorporando conceitos de sustentabilidade*. Disponível em: http://www.citae.com.br/trab_aprovados/poster_01.pdf [Consultado a 6 de Junho de 2009].
- Dicionário Priberam da Língua Portuguesa. (2009). *Envolverte*. Disponível em: <http://www.priberam.pt/DLPO/Default.aspx> [Consultado a 22 de Novembro de 2009].
- Domingos, J. D.; Tirone, L. (2008). *Estratégias Energético-Ambiental para Lisboa*. Lisboa: Lisboa E-Nova. Disponível em: www.cm-lisboa.pt/.../EEACML081203_FINALParaRC031208.ppt [Consultado a 21 de Abril de 2009].
- EDS Norte (2009). *Eficiência energética em edifícios municipais*. EDS Norte. Disponível em: http://www.edsnorte.com/gaia/attachs.pdf?CONTENTITEMOID=8387808080AB80GC&CLASSTOKEN=eds_download&ATRIBUTEID=download [Consultado a 6 de Junho de 2009].
- E-mail: André Cruz. *Pedido de estimativa de custos para Tese de Mestrado*. 5 de Janeiro de 2010, 11:00h.
- E-mail: André Cruz. *Pedido de estimativa de custos para Tese de Mestrado*. 7 de Janeiro de 2010, 12:14h.
- E-mail: Joana Freitas. *Entrevista _ AnaSofiaMadeira*. 9 de Dezembro de 2009, 9:40h.
- E-mail: Joana Freitas. *Entrevista _ AnaSofiaMadeira*. 11 de Dezembro de 2009, 11:31h.
- E-mail: Joana Freitas. *Entrevista _ AnaSofiaMadeira*. 14 de Dezembro de 2009, 10:12h.
- E-mail: Joana Freitas. *Entrevista _ AnaSofiaMadeira*. 16 de Dezembro de 2009, 11:13h.
- E-mail: Eng^a Susana Belo. *Pedido de informação para tese de mestrado*. 19 de Junho de 2009, 11:06h.
- Energaia (2010). *Poupe Energia e Dinheiro – Produza a sua energia*. Disponível em: <http://www.energaia.pt/poupeenergia.php> [Consultado a 18 de Janeiro de 2010].
- Energias Renováveis. (2009). *Energias Renováveis*. Disponível em: <http://energiasrenovaveis.com/> [Consultado a 18 de Janeiro de 2010].
- EREC. (2007). *Key issues for Renewable Heat in Europe K4RES-H*. Disponível em: <http://www.erec.org/index.php?id=50&type=0> [Consultado a 21 de Abril de 2009].
- European Solar Thermal Industry Federation (2007). *Solar Thermal Markets in Europe*. ESTIF. Disponível em: http://www.estif.org/fileadmin/estif/content/market_data/downloads/Solar_Thermal_Markets_in_Europe_2006.pdf [Consultado a 26 de Junho de 2009].
- European Solar Thermal Industry Federation (2009a). *Creating Markets for Renewable Energy Technologies – Eu Res Technology Marketing Campaigns (RESTMAC)*. ESTIF. Disponível em: http://www.estif.org/projects/ongoing_projects/restmac/ [Consultado a 21 de Abril de 2009].
- European Solar Thermal Industry Federation (2009b). *Enlarging Solar Thermal Systems in Multi-Family-Houses, Hotels, Public and Social Buildings in Europe (SOLARGE)*. ESTIF. Disponível em: http://www.estif.org/projects/completed_projects/ [Consultado a 21 de Abril de 2009].

- European Solar Thermal Industry Federation (2009c). *Expanding the Existing Annual “Solar Day” in Austria, Switzerland and Germany to Further European Countries (EUROPEAN SOLAR DAYS)*. ESTIF. Disponível em: http://www.estif.org/no_cache/events_and_campaigns/european_solar_days/?sword_list%5B%5D=days [Consultado a 21 de Abril de 2009].
- European Solar Thermal Industry Federation (2009d). *Key Issues for Renewable Heat in Europe (K4RES-H)*. ESTIF. Disponível em: http://www.estif.org/projects/completed_projects/ [Consultado a 21 de Abril de 2009].
- European Solar Thermal Industry Federation (2009e). *New Generation of Solar Thermal Systems (NEGST)*. ESTIF. Disponível em: http://www.estif.org/projects/completed_projects/ [Consultado a 21 de Abril de 2009].
- European Solar Thermal Industry Federation (2009f). *Solarkeymark – II*. ESTIF. Disponível em: http://www.estif.org/projects/completed_projects/ [Consultado a 21 de Abril de 2009].
- European Solar Thermal Industry Federation (2009g). *Transfer of Experience for the Development of Solar Thermal Products (TRANS-SOLAR)*. ESTIF. Disponível em: http://www.estif.org/projects/ongoing_projects/trans_solar/ [Consultado a 21 de Abril de 2009].
- EUREC (2009). *A European Technology Platform for the Solar Thermal Sector (ESTTP)*. Disponível em: <http://www.eurec.be/content/view/209/110/> [Consultado a 21 de Abril de 2009].
- Fernandes, E. (2009). *O Sol da Energia*. Climatização, ed. especial Jornal Expresso – Solar Térmico 2009.
- Ferreira, J. (2007). *Boas práticas na construção*. Disponível em: <http://blendalgarve.wordpress.com/2007/10/03/boas-praticas-na-construcao/> [Consultado a 7 de Julho de 2009].
- Gauzin-Müller, D. (2002). *Arquitectura Ecológica*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili SA.
- Geota. (2009). *Promoção da Energia Solar Térmica em Portugal: Aposta indispensável na Economia e na Eficiência Energéticas*. GEOTA. Disponível em: http://www.geota.pt/xFiles/scContentDeployer_pt/docs/articleFile249.pdf [Consultado a 5 de Abril de 2009].
- Getep (2009). *A nova legislação já está em vigor?* Disponível em: http://www.getep.pt/index.php?Itemid=41&id=170&option=com_content&task=view [Consultado a 2 de Abril de 2009].
- Getep (2009). *A que edifícios se aplica o RCCTE?* Disponível em: http://www.getep.pt/index.php?option=com_content&task=view&id=191&Itemid=41 [Consultado a 2 de Abril de 2009].
- Getep (2009). *RCCTE*. Disponível em: http://www.getep.pt/index.php?option=com_content&task=view&id=37&Itemid=41 [Consultado a 2 de Abril de 2009].
- Gouveia, C.; Baptista, M. (2007). *Teorias sobre a motivação*. Coimbra: Instituto Politécnico de Coimbra, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil.

- Graça, G. (2008). *A integração de colectores solares é verdadeiramente problemática para todos na equipa de projecto*. Climatização, ed. Novembro/Dezembro de 2008. Disponível em: <http://www.climatizacao.pt/edicoes/novembro-2008/a-integracao-de-colectores-solares-e-verdadeiramente-problematica-para-todos-na-equipa-de-projecto.aspx> [Consultado a 18 de Janeiro de 2010].
- Greenpro (2004). *Energia Solar Térmica – Manual sobre tecnologias, projecto e instalação*. Disponível em: <http://www.greenpro.de/po/solartermico.pdf> [Consultado a 17 de Janeiro de 2010].
- Inovafiel (2007). *Sistemas Solares Térmicos*. Disponível em: <http://www.inovafiel.pt/instalacoes.html> [Consultado a 26 de Junho de 2009].
- Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (2007a). *Instalações Solares Térmicas – Curso de Instaladores Solares Térmicos*. Lisboa: INETI.
- Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (2007b). *ProSTO - Best Practice Implementation of Solar Thermal Obligations*. Lisboa: INETI. Disponível em: http://www.ineti.pt/projectos/projectos_frameset.aspx?id=19254&t= [Consultado a 21 de Abril de 2009].
- Instituto Nacional de Estatística (2002). *Censos 2001. Resultados Definitivos – Lisboa*. Lisboa: INE. Disponível em: http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=377750&PUBLICACOESistema=55466&PUBLICACOESmodo=2 [Consultado a 21 de Agosto de 2009].
- Instituto Português da Qualidade (2009a). *NP EN 12975-1:2007 (Ed.1)*. IPQ, Ministério da Economia e da Inovação. Disponível em: <http://loja.ipq.pt?a=p> [Consultado a 21 de Junho de 2009].
- Instituto Português da Qualidade (2009b). *NP EN 12975-2:2007 (Ed.1)*. IPQ, Ministério da Economia e da Inovação. Disponível em: <http://loja.ipq.pt?a=p> [Consultado a 21 de Junho de 2009].
- Instituto Português da Qualidade (2009c). *NP EN 12976-1:2007 (Ed.1)*. IPQ, Ministério da Economia e da Inovação. Disponível em: <http://loja.ipq.pt?a=p> [Consultado a 21 de Junho de 2009].
- Instituto Português da Qualidade (2009d). *NP EN 12976-2:2007 (Ed.1)*. IPQ, Ministério da Economia e da Inovação. Disponível em: <http://loja.ipq.pt?a=p> [Consultado a 21 de Junho de 2009].
- Isoldi, R.; Sattler, M. A.; Gutierrez, E. (2009). *Tecnologias Inovadoras Visando a Sustentabilidade: Um Estudo Sobre Inovação, Técnica, Tecnologia e Sustentabilidade em Arquitetura e Construção*. Brasil: Universidade Federal de Pelotas. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/faurb/prograu/documentos/artigo3-sustentabilidade.pdf> [Consultado a 6 de Junho de 2009].
- Joyce, A. (2009). *Energia Solar: Desafios Actuais e Futuros*. Sociedade Portuguesa de Energia Solar. Disponível em: http://www.spes.pt/images/stories/pdf/ambiennergia2009_ajoyce.pdf [Consultado a 21 de Julho de 2001].
- LiderA (2009). *Sistema voluntário para avaliação da construção sustentável*. LiderA. Disponível em: <http://www.lidera.info/> [Consultado a 5 de Julho de 2009].

- Lusa (2009). *Bancos constataam aumento da procura de painéis solares*. SPES. Disponível em: http://www.spes.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=125:bancos-constataam-aumento-da-procura-de-painéis-solares&catid=1:latest-news&Itemid=50 [Consultado a 7 de Julho de 2009].
- Maldonado, E. (2006). *A Directiva Europeia 2002/91/CE sobre o Desempenho Energético dos Edifícios*. Porto: Faculdade de Engenharia do Porto. Disponível em: http://www.green-iteu/userdata/documentsPortugal/7_11.00_Directiva_EPBD.pdf [Consultado a 7 de Julho de 2009].
- Martinho, A.P. (2006). *Outros Instrumentos de Gestão Ambiental*. Universidade do Algarve. Disponível em: http://w3.ualg.pt/~lhunes/Textosdeapoio/Disciplinas/Gestao_Aud/GAA9.pdf [Consultado a 7 de Julho de 2009].
- Mendes, F. (2009). *Solar térmico: “É preciso criar um observatório”*. Climatização, ed. Maio/Junho de 2009.
- Moderno Dicionário da Língua Portuguesa (1985). Círculo de Leitores, Volume I e II.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (2001). *On the design of sustainable building policies: Summary, conclusions and contributions papers*. Paris, France: OCDE/IEA.
- Oliveira, J. C.; Spencer, S.; Costa, J. C.; Prates, M. L.; Mendes, J. F.; Carvalho, M. J. (2009). *QUALISOL - Projecto ALTENER para Promoção do Solar Térmico nos países do Mediterrâneo*. Disponível em: http://www.troquedeenergia.com/Produtos/LogosDocumentos/QUALISOL_RES_Dossier.pdf [Consultado a 6 de Junho de 2009].
- Parlamento Europeu (2009). *Energias Renováveis: o Programa ALTENER II*. Disponível em: <http://www.europarl.europa.eu/press/so/brief/pt/1999/b991004s.htm#2> [Consultado a 21 de Abril de 2009].
- Pereira, M. C. (2006). *A Energia Solar: Aplicações Térmicas*. Disponível em: http://nautilus.fis.ucp.pt/gazeta/revistas/29_1-2/vol29_1_2_Art05.pdf [Consultado a 18 de Janeiro de 2010].
- Pimenta, C. (2006). *Entrevista a Carlos Pimenta, “Portugal tem um enorme reservatório de megawatts”*. Jornal Pessoas e Lugares, II série, nº 36, 2006.
- Pinheiro, M. D. (2006). *Ambiente e Construção Sustentável*. Amadora: Instituto do Ambiente. ISBN 972 - 8577- 32 - X
- Portal das Energias Renováveis (2009a). *Solar: Estado Em Portugal – Solar Térmico*. Disponível em: http://www.energiasrenovaveis.com/DetalheConceitos.asp?ID_conteudo=47&ID_area=8&ID_sub_area=27 [Consultado a 26 de Junho de 2009].
- Portal das Energias Renováveis (2009b). *Solar: Fonte*. Disponível em: http://www.energiasrenovaveis.com/DetalheConceitos.asp?ID_conteudo=47&ID_area=8&ID_sub_area=27 [Consultado a 26 de Junho de 2009].

- Portal das Energias Renováveis (2009c). *Solar: Tecnologias - Colectores Solares Térmicos*. Disponível em: http://www.energiasrenovaveis.com/Area.asp?ID_area=8 [Consultado a 26 de Junho de 2009].
- Portal das Energias Renováveis (2010). *Solar: Conversão - Energia Solar Eléctrica ou Fotovoltaica*. Disponível em: http://www.energiasrenovaveis.com/DetailheConceitos.asp?ID_conteudo=38&ID_area=8&ID_sub_area=26 [Consultado a 18 de Janeiro de 2010].
- Portal do Governo Português (2007). *Construção sustentável: desafios para a indústria*. Disponível em: http://www.portais.gov.pt/Portal/PT/Governos/Governos_Constitucionais/GC17/Ministerios/MOPTC/Comunicacao/Intervencoes/20070914_MOPTC_Int_Construcao_Sustentavel.htm [Consultado a 20 de Abril de 2009].
- Portal do Governo Português (2009). *A energia solar quando nasce é para todos*. Disponível em: <http://www.paineissolares.gov.pt/incentivo.html> [Consultado a 15 de Junho de 2009].
- Ribas, R. (2009). *"O Cliente final está cada vez mais sensibilizado"*. Climatização, ed. especial Revista Expresso – Solar Térmico 2009.
- Roriz, L. (2009). *Solar Térmico: Uso de painéis solares térmicos*. IST-UTL. Disponível em: http://web.ist.utl.pt/luis.roriz/MyPage/Solar_Term.pdf [Consultado a 17 de Março de 2009].
- Silva, V. G. (2004). *Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: directrizes e base metodológica*. Tese de Doutoramento em Engenharia junto ao Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, Brasil: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- Schmidt, L.; Guerra, J.; Gil, J. (2005). *Autarquias e Desenvolvimento Sustentável. Agenda 21 Local e Novas Estratégias Ambientais*. Porto: Fronteira do Caos Editores, Lda. ISBN 972-99757-0-1.
- Sociedade Portuguesa de Energia Solar (2009). *Missão da SPES*. SPES. Disponível em: http://www.spes.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=68 [Consultado a 21 de Julho de 2009].
- SWT (2008). *New Generation of Solar Thermal Systems (NEGST)*. SWT. Disponível em: <http://www.swt-technologie.de/html/negst.html> [Consultado a 21 de Abril de 2009].
- Tirone, L. (2007a). *Eficiência Energética em Edifícios*. Tirone Nunes. Disponível em: <http://www.am-oceste.pt/uploads/CALDAS%20DA%20RAINHA%20071029.pdf> [Consultado a 6 de Junho de 2009].
- Tirone, L. (2007b). *Sistemas Solares Térmicos*. Construção Sustentável. Disponível em: http://www.construcaosustentavel.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=99&catid=99&Itemid=57 [Consultado a 18 de Janeiro de 2010].
- Velux (2009). *Sistemas Solares*. Disponível em: http://www.velux.pt/VELUXCommon/Resources/cache/8b446191-3b05-4d3a-80ae-a7375bbc07a0_VELUX%20Sistemas%20Solares%202009.pdf [Consultado a 17 de Março de 2009].

- Vulcano (2008). *Soluções Solares*. Disponível em: http://www.vulcano.pt/images/artigos/998/folheto_solucoes_solares.pdf [Consultado a 6 de Junho de 2009].
- Wikipedia (2009a). *Relatório Brundtland*. Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Relat%C3%B3rio_Brundtland [Consultado a 14 de Maio de 2009.]
- Wikipedia (2009b). *Sustentabilidade*. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Sustentabilidade> [Consultado a 14 de Maio de 2009].

APÊNDICE A

INQUÉRITO AS EMPRESAS DO RAMO DE PAINÉIS SOLARES

Este inquérito insere-se no âmbito de uma tese de mestrado intitulada “Integração de painéis solares térmicos em edifícios existentes” a decorrer na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. A sua resposta é muito importante para obter uma visão global do panorama actual energético.

O inquérito encontra-se dividido em seis secções: as secções I, II e III devem ser respondidas por todas as empresas independentemente da sua actividade e as secções IV, V e VI dizem respeito às diferentes actividades ligadas ao ramo dos painéis solares devendo ser preenchidas somente as secções relativa (s) à (s) actividade (s) da empresa. Os dados recolhidos serão tratados com confidencialidade destinando-se a tratamento estatístico.

IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

- Nome da empresa:
- Actividades da empresa:
Fabrico/Produção ☐ Venda/Distribuição/Representação ☐ Instalação/Manutenção ☐
- Morada:
- Contacto telefónico:
- Responsável pela resposta ao inquérito:
- Data:

I. Arquitectura e Configuração dos Equipamentos

1. Qual considera ser a melhor solução para edifícios de habitação multifamiliares/colectivos?

- 1.1 Sistema de captação solar comum e depósitos de armazenamento individuais por inquilino ☐
- 1.2 Sistema de captação solar e depósitos de armazenamento comuns ☐
- 1.3 Sistema de captação solar e depósitos de armazenamento comuns com contadores para cada inquilino ☐
- 1.4 Sistema de captação e depósitos de armazenamento individuais com sistemas do tipo “kit” (termossifão) ☐
- 1.5 Outros, quais? ☐

2. E em edifícios de serviços colectivos (ex. hotéis)?

- 2.1 Sistema de captação solar comum e depósitos de armazenamento individuais por inquilino ☐
- 2.2 Sistema de captação solar e depósitos de armazenamento comuns ☐
- 2.3 Sistema de captação solar e depósitos de armazenamento comuns com contadores para cada inquilino ☐
- 2.4 Sistema de captação solar e depósitos de armazenamento individuais com sistemas do tipo “kit” (termossifão) ☐
- 2.5 Outros, quais? ☐

3. Comente brevemente as questões anteriores, por favor.

4. No decurso da vossa actividade são tidas preocupações relacionadas com a integração estética dos equipamentos solares nos edifícios?

- 4.1 Sim ☐ 4.2 Não ☐ 4.3 Não sabe/ Não responde ☐

Figura A 1 – Inquérito às empresas do ramo da energia solar (fabrico, venda e manutenção).

5. Relativamente à questão anterior, exemplifique?

II. Mercado

1. A vossa empresa faz parte da actual lista do programa “chave na mão” do governo?

1.1 Sim

☐

1.2 Não

☐

1.3 Não sabe/ Não responde

☐

2. Qual considera ter sido a percentagem de aumento da procura resultante dos actuais incentivos do governo para a aquisição de equipamentos solares?

3. Segundo resultados do Grupo temático “Energia Solar Térmica” do fórum “Energias Renováveis em Portugal”, relativamente a um inquérito realizado sobre o fraco desenvolvimento do solar térmico activo em Portugal, foram identificadas várias barreiras. Na vossa opinião, quais considera terem sido os principais factores que levaram ao descrédito da utilização de painéis solares térmicos?

3.1 Elevado investimento inicial

☐

3.2 Elevado período de retorno do investimento

☐

3.3 Falta de incentivos económicos

☐

3.4 Fraca credibilidade/ má reputação

☐

3.5 Conhecimento insuficiente por parte do público

☐

3.6 Dificuldade na instalação dos sistemas solares nos edifícios

☐

3.7 Falta de informação credível para o sector

☐

3.8 Estética deficiente do equipamento

☐

3.9 Outros, quais?

☐

4. Que incentivo considera contribuir para o crescimento do mercado da energia solar?

4.1 Publicidade gratuita /Tempo de antena

☐

4.2 Esquema de crédito bonificado

☐

4.3 Benefícios fiscais

☐

4.4 Subsídios

☐

4.5 Outros, quais?

☐

III. Gestão Ambiental e da Qualidade

1. Em que estado se encontra a vossa empresa em relação ao processo de certificação?

Tipo de certificação	Normas	Possui	A decorrer	Em análise	Não possui, s/ interesse	Não sabe/ Não responde
Certificação de produtos	EN 12975-1,2					
	EN 12976-1,2					
Certificação da organização	ISO 9001					
	ISO 14001					
	EMAS					

2. A vossa empresa concede garantia nos produtos fabricados/vendidos ou nos serviços prestados?
 2.1 Sim, de quanto tempo? 2.2 Não ☐ 2.3 Não sabe/Não responde ☐

3. Durante o período de garantia surgem reclamações relacionadas com o equipamento ou instalação?
 3.1 Sim (responda à 4) ☐ 3.2 Não ☐ 3.3 Não sabe/ Não responde ☐

4. Pode indicar-me a percentagem de equipamentos que dão origem a reclamações?

5. Na vossa actividade que tipos de preocupações ambientais assumem?
 5.1 Seleção de materiais ☐
 5.2 Emissão de poluentes durante o fabrico ☐
 5.3 Resíduos no fabrico ☐
 5.4 Resíduos na instalação ☐
 5.5 Desmantelamento/reciclagem em fim de vida ☐
 5.6 Outros, quais?

6. Relativamente à questão anterior, exemplifique.

7. De quem é a responsabilidade durante a fase de desmantelamento dos equipamentos solares?
 7.1 Produtores ☐ 7.2 Vendedores ☐ 7.3 Instaladores ☐
 7.4 Outros, quais? 7.5 Não sabe/Não responde ☐

8. De quem é a responsabilidade da manutenção dos equipamentos solares?
 8.1 Produtores ☐ 8.2 Vendedores ☐ 8.3 Instaladores ☐
 8.4 Outros, quais? 8.5 Não sabe/Não responde ☐

IV. Fabrico/Produção

1. Que tipos de painéis solares são fabricados na vossa empresa?
 1.1 Painéis solares fotovoltaicos ☐
 1.2 Painéis solares térmicos ☐
 1.2.1 Para aquecimento de águas sanitárias ☐
 1.2.2 Para aquecimento de água de piscinas ☐
 1.2.3 Para climatização ☐

2. Que tipo de sistemas de circulação utilizam na produção de painéis solares térmicos para aquecimento de águas sanitárias?
 2.1 Sistema de circulação por termossifão ☐
 2.2 Sistemas de circulação forçada ☐

3. Que tipos de painéis solares térmicos são fabricados na vossa empresa? E qual é a percentagem de facturação correspondente a cada tipo? (ir para a página seguinte).

	% Facturação
3.1 Colectores solares planos (sem cobertura)	
3.2 Colectores solares planos (com cobertura)	
3.2.1 Tipo de cobertura:	
3.3 Colectores concentradores	
3.4 Colectores parabólicos compostos (CPC's)	
3.5 Colectores solares de tubos de vácuo	
3.6 Outros, quais?	
4. Qual é a importância que atribui a diferentes factores no fabrico de painéis solares? (Classifique cada factor numa escala de 1 - "pouco importante" até 5 - "muito importante").	
4.1 Eficiência	
4.2 Relação preço-qualidade	
4.3 Custo de investimento	
4.4 Período de retorno/ Rentabilidade a prazo	
4.5 Estética	
4.6 Durabilidade	
4.7 Desempenho ambiental	
4.8 Outros, quais?	
5. A vossa empresa tem apostado na diferenciação no mercado através de produtos que se integrem mais esteticamente nos edifícios?	
5.1 Sim (responda à 6)	<input type="checkbox"/> 5.2 Não <input type="checkbox"/> 5.3 Não sabe/ Não responde <input type="checkbox"/>
6. Que tipo de soluções de enquadramento estético o vosso equipamento possui? (ex. integração em telhados inclinados, etc.).	
7. Considera apropriado o critério de instalação de 1 m ² de painel solar por habitante?	
7.1 Sim <input type="checkbox"/>	7.2 Não (responda à 8) <input type="checkbox"/> 7.3 Não sabe/ Não responde <input type="checkbox"/>
8. Indique qual seria o critério apropriado?	

Figura A 4 – Inquérito às empresas do ramo da energia solar (fabrico, venda e manutenção) (continuação).

V. Venda/Distribuição/Representação	
1. Que tipos de painéis solares são vendidos na vossa empresa?	
1.1 Painéis solares fotovoltaicos	<input type="checkbox"/>
1.2 Painéis solares térmicos	<input type="checkbox"/>
1.2.1 Para aquecimento de águas sanitárias	<input type="checkbox"/>
1.2.2 Para aquecimento de água de piscinas	<input type="checkbox"/>
1.2.3 Para climatização	<input type="checkbox"/>
2. Que tipos de painéis solares térmicos são vendidos na vossa empresa? E qual é a percentagem de facturação correspondente a cada tipo? (ir para a página seguinte).	
	% Facturação
2.1 Colectores solares planos (sem cobertura)	<input type="checkbox"/>
2.2 Colectores solares planos (com cobertura)	<input type="checkbox"/>
2.2.1 Tipo de cobertura:	
2.3 Colectores concentradores	<input type="checkbox"/>
2.4 Colectores parabólicos compostos (CPC's)	<input type="checkbox"/>
2.5 Colectores solares de tubos de vácuo	<input type="checkbox"/>
2.6 Outros, quais?	<input type="checkbox"/>
3. Pela sua experiência, quais são os factores que o cliente dá mais relevância para a aquisição de painéis solares? (Classifique cada factor numa escala de 1 - "pouco importante" até 5 - "muito importante").	
3.1 Eficiência	<input type="checkbox"/>
3.2 Relação preço-qualidade	<input type="checkbox"/>
3.3 Custo de investimento	<input type="checkbox"/>
3.4 Período de retorno/ Rentabilidade a prazo	<input type="checkbox"/>
3.5 Estética	<input type="checkbox"/>
3.6 Durabilidade	<input type="checkbox"/>
3.7 Desempenho ambiental	<input type="checkbox"/>
3.8 Outros, quais?	<input type="checkbox"/>
4. Considera que os actuais incentivos do governo para a obtenção de equipamentos solares têm contribuído para o aumento da sua procura?	
4.1 Sim <input type="checkbox"/>	4.2 Não <input type="checkbox"/>
4.3 Não sabe/ Não responde <input type="checkbox"/>	
5. Na selecção dos produtos que comercializam privilegiam marcas nacionais ou internacionais?	
5.1 Nacionais <input type="checkbox"/>	5.2 Internacionais <input type="checkbox"/>
5.3 Não sabe/ Não responde <input type="checkbox"/>	
VI. Instalação/Manutenção	
1. Considera apropriado o critério de instalação de 1 m ² de painel solar por habitante?	
1.1 Sim <input type="checkbox"/>	1.2 Não (responda à 2) <input type="checkbox"/>
1.3 Não sabe/ Não responde <input type="checkbox"/>	
2. Indique qual seria o critério apropriado?	
3. A que meios/instrumentos recorre para a prática da sua actividade?	
3.1 Guia/Manual de entidade reguladora. Qual entidade?	<input type="checkbox"/>
3.2 Guião de instalação fornecido por empresa fornecedora	<input type="checkbox"/>

Figura A 5 – Inquérito às empresas do ramo da energia solar (fabrico, venda e manutenção) (continuação).

3.3 Experiência adquirida	<input type="checkbox"/>
3.4 Outros, quais?	<input type="checkbox"/>
4. Os instaladores da vossa empresa possuem certificação de aptidão profissional (C.A.P.)?	
4.1 Sim, por que entidade?	<input type="checkbox"/> 4.2 Não <input type="checkbox"/> 4.3 Não sabe/ Não responde <input type="checkbox"/>
5. Uma das principais causas que tem conduzido ao descrédito na utilização de painéis solares prende-se com problemas de manutenção. A vossa empresa presta serviços de apoio ao cliente?	
5.1 Sim (responda à 6)	<input type="checkbox"/> 5.2 Não <input type="checkbox"/> 5.3 Não sabe/ Não responde <input type="checkbox"/>
6. De que forma é feito o apoio ao cliente?	
6.1 Linha de apoio telefónico	<input type="checkbox"/>
6.2 Piquetes	<input type="checkbox"/>
6.3 Contrato de manutenção	<input type="checkbox"/>
6.4 Outros, quais?	<input type="checkbox"/>

Agradeço a sua disponibilidade.

Ana Madeira

Tabela A 1 – Tipos de colectores solares térmicos fabricados e correspondentes percentagens de facturação.

Tipo de colector solar térmico	Nº respostas	%s de Facturação
Solar plano (sem cobertura)	0	-
Solar plano (com cobertura)	3	100% (Openplus, 2009); 100% (Solarinox, 2009); “Não revelamos % de facturação” (Sonnenkraft, 2009).
Concentrador	0	-
Parabólico composto (CPC)	1	100% (AoSol, 2009)
Solar de tubos de vácuo	1	“Não revelamos % de facturação” (Sonnenkraft, 2009).
Outros, quais?	1	“Termossifão, não revelamos % de facturação” (SolcoEurope, 2009)
NS/NR	1	Baxiroca, 2009

Tabela A 2 – Tipos de colectores solares térmicos vendidos e correspondentes percentagens de facturação.

Tipo de colector solar térmico	Nº respostas	%s de Facturação
Solar plano (sem cobertura)	5	10% (Áton, 2009); 2% (Hidrion Group, 2009); 5% (Relopa, 2009); 2% (Solution, 2009); Enrepo, 2009) (Não diz valor)
Solar plano (com cobertura)	11	90% (Áton, 2009); 45% (Hidrion Group, 2009); 100% (Openplus, 2009); 94% (Relopa, 2009); 98% (Solution, 2009); 95% (Sonnenkraft, 2009); 70% (Suncore, 2009); 20% (Zenergia, 2009); 100% (Canal Centro, 2009); 5% (ERI, 2009); 25% (Galécia, 2009).
Concentrador	0	-
Parabólico composto (CPC)	3	100% (AoSol, 2009); 53% (Hidrion Group, 2009); 70% (Galécia, 2009).
Solar de tubos de vácuo	5	1% (Relopa, 2009); 100% (Upper Level, 2009); 80% (Zenergia, 2009); 5% (Sonnenkraft, 2009); 5% (Galécia, 2009).
Outros, quais?	0	-
NS/NR	3	Baxiroca, 2009; Hipertérmico, 2009; Immosolar, 2009.

NOTA: Cada empresa pode vender mais do que um tipo de painel solar

Tabela A 3 – Número de respostas para cada valor da escala de classificação durante a fase de fabrico.

	1	2	3	4	5
Eficiência	0	0	0	1	5
Relação preço-qualidade	0	0	0	2	4
Custo de investimento	1	0	3	1	1
Período de retorno/rentabilidade a longo prazo	1	0	0	3	2
Estética	1	0	1	3	1
Durabilidade	0	0	0	1	5
Desempenho ambiental	1	0	0	2	3
Outros, quais?	0	0	0	0	1

Tabela A 4 – Número de respostas para cada valor da escala de classificação considerada durante a aquisição de painéis solares pelo cliente (na óptica dos vendedores).

	1	2	3	4	5
Eficiência	3	1	3	4	7
Relação preço-qualidade	1	1	3	5	8
Custo de investimento	1	0	3	1	13
Período de retorno/rentabilidade a longo prazo	3	0	3	9	3
Estética	3	5	4	5	1
Durabilidade	2	2	6	5	3
Desempenho ambiental	6	6	4	0	2
Outros, quais?	0	0	0	0	0

APÊNDICE B

Tabela B 1 – Número de edifícios e percentagem, segundo o número de pavimentos e alojamentos e por tipo de edifício
(Fonte: Adaptado de INE, 2002).

Zona Geográfica _ Lisboa	Total	Pavimentos (nº)						
		1	2	3	4	5	6	+ de 7
Lisboa (18 Distritos)	394520	158716 40,23%	117638 29,82%	42192 10,69%	30911 7,84%	18688 4,74%	9337 2,37%	17038 4,32%
Edifícios principal/ residenciais	389787	156768 40,22%	116276 29,83%	41672 10,69%	30625 7,86%	18466 4,74%	9153 2,35%	16827 4,32%
Exclusivamente residenciais	349183	153363 43,92%	108649 31,12%	35823 10,26%	23265 6,66%	12912 3,70%	5849 1,68%	9322 2,67%
1 alojamento	248940	145942 58,63%	83453 33,52%	17365 6,98%	2174 0,87%	5 0,00%	- -	1 0,00%
2 alojamentos	26037	5138 19,73%	17165 65,93%	3318 12,74%	389 1,49%	27 0,10%	- -	- -
3 alojamentos	9069	884 9,75%	2850 31,43%	4525 49,90%	680 7,50%	113 1,25%	17 0,19%	- -
4 alojamentos	8442	524 6,21%	3888 46,06%	1344 15,92%	2267 26,85%	373 4,42%	40 0,47%	6 0,07%
5 a 9 alojamentos	34032	656 1,93%	1063 3,12%	8716 25,61%	15092 44,35%	5931 17,43%	1748 5,14%	826 2,43%
10 a 15 alojamentos	15513	147 0,95%	161 1,04%	447 2,88%	2241 14,45%	5880 37,90%	3284 21,17%	3353 21,61%
16 ou + alojamentos	7150	72 1,01%	69 0,97%	108 1,51%	422 5,90%	583 8,15%	760 10,63%	5136 71,83%
Parcialmente residenciais	40604	3405 8,39%	7627 18,78%	5849 14,40%	7360 18,13%	5554 13,68%	3304 8,14%	7505 18,48%
1 alojamento	9627	2898 30,10%	5083 52,80%	1048 10,89%	197 2,05%	265 2,75%	105 1,09%	31 0,32%
2 alojamentos	3146	244 7,76%	1417 45,04%	1190 37,83%	183 5,82%	45 1,43%	32 1,02%	35 1,11%
3 alojamentos	2275	58 2,55%	529 23,25%	707 31,08%	705 30,99%	186 8,18%	56 2,46%	34 1,49%
4 alojamentos	2352	39 1,66%	365 15,52%	842 35,80%	551 23,43%	409 17,39%	97 4,12%	49 2,08%
5 a 9 alojamentos	12201	116 0,95%	189 1,55%	1912 15,67%	4879 39,99%	3124 25,60%	1292 10,59%	689 5,65%
10 a 15 alojamentos	6309	35 0,55%	31 0,49%	116 1,84%	736 11,67%	1325 21,00%	1397 22,14%	2669 42,30%

(continua na página seguinte)

Tabela B 1 – Número de edifícios e percentagem, segundo o número de pavimentos e alojamentos e por tipo de edifício (Fonte: Adaptado de INE, 2002) (continuação).

Zona Geográfica _ Lisboa	Total	Pavimentos (nº)						
		1	2	3	4	5	6	+ de 7
16 ou + alojamentos	4694	15 0,32%	13 0,28%	34 0,72%	109 2,32%	200 4,26%	325 6,92%	3998 85,17%
Edifícios principal/ não residenciais	4733	1948 41,16%	1362 28,78%	520 10,99%	286 6,04%	222 4,69%	184 3,89%	211 4,46%
1 alojamento	3739	1890 50,55%	1189 31,80%	356 9,52%	124 3,32%	77 2,06%	50 1,34%	53 1,42%
2 alojamentos	368	33 8,97%	99 26,90%	69 18,75%	52 14,13%	46 12,50%	41 11,14%	28 7,61%
3 alojamentos	224	13 5,80%	45 20,09%	42 18,75%	28 12,50%	33 14,73%	28 12,50%	35 15,63%
4 alojamentos	121	7 5,79%	18 14,88%	14 11,57%	21 17,36%	22 18,18%	21 17,36%	18 14,88%
5 a 9 alojamentos	198	4 2,02%	10 5,05%	36 18,18%	51 25,76%	30 15,15%	23 11,62%	44 22,22%
10 a 15 alojamentos	57	1 1,75%	1 1,75%	3 5,26%	7 12,28%	14 24,56%	15 26,32%	16 28,07%
16 ou + alojamentos	26	- -	- -	- -	3 11,54%	- -	6 23,08%	17 65,38%

Tabela B 2 – Número de alojamentos clássicos, ocupados como residência habitual, segundo o número de pessoas residentes (Fonte: Adaptado de INE, 2002).

Zona geográfica _ Lisboa	Total	Pavimentos (nº)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	+ de 9
Lisboa (18 distritos)	970762 100%	181922 18,74%	297544 30,65%	252732 26,03%	170026 17,51%	45406 4,68%	14321 1,48%	4989 0,51%	2050 0,21%	1772 0,18%
Nº médio pessoas por alojamento	2,67									

Tabela B 3 – Número de edifícios, segundo o número de pavimentos, por tipo de cobertura (Fonte: Adaptado de INE, 2002).

		Pavimentos (nº)						
Zona geográfica _ Lisboa	Total	1	2	3	4	5	6	+ de 9
Edifícios (nº)	394520	158716	117638	42192	30911	18688	9337	17038
Em terraço	14773	2993	1969	1377	1903	1396	1089	4046
Inclinada	367668	153228	113272	39448	27697	16122	7404	10497
Revestida a telhas	354891	147177	110765	38687	26474	15210	7026	9552
Revestida a outros materiais	12777	6051	2507	761	1223	912	378	945
Mista (telhado e terraço)	12079	2495	2397	1367	1311	1170	844	2495
Edifício c/ cob. inclinada revestida a telha por nº de pavimentos (%)	89,96	92,73	94,16	91,69	85,65	81,39	75,25	56,06

Tabela B 4 – Número de edifícios, segundo a época de construção, por principais tipos de cobertura (Fonte: Adaptado de INE, 2002).

		Ano de Construção							
Zona Geográfica _ Lisboa	Total	Antes 1919	1919-1945	1946-1960	1961-1970	1971-1980	1986-1990	1991-1995	1996-2001
Edifícios (nº)	394520	21975	34732	49288	64055	79163	34495	29653	37042
Em terraço	14773	65	829	1450	2601	3327	1541	1362	1949
Inclinada	367668	21831	33148	46722	59807	72977	31797	26987	33294
Revestida a telhas	354891	21376	32328	45555	57667	69143	30815	26063	32568
Revestida a outros materiais	12777	455	820	1167	2140	3834	982	924	726
Mista (telhado e terraço)	12079	79	755	1116	1647	2859	1157	1304	1799
Edifícios c/ cob. inclinada revestida a telha p/ data de construção (%)	89,96	97,27	93,43	92,43	90,03	87,34	89,33	87,89	87,92

Tabela B 5 – Número de edifícios, segundo a época de construção com necessidade de reparação (Fonte: Adaptado de INE, 2002).

		Ano de Construção								
Zona geográfica _ Lisboa (Necessidade de reparação)	Total	Antes 1919	1919- 1945	1946- 1960	1961- 1970	1971- 1980	1981- 1985	1986- 1990	1991- 1995	1996- 2001
Edifícios (nº)	394520	21975	34732	49288	64055	79163	44117	34495	29653	37042
Nenhumas	212466	3695	7804	16467	27890	43611	28588	25905	24471	34035
Pequenas	89722	4411	8772	14040	18882	21751	10581	6030	3536	1719
Médias	54017	5823	8976	11022	11490	9476	3490	1830	1149	761
Grandes	24896	4323	5852	5329	4014	3108	1021	543	355	351
Muito grandes	13419	3723	3328	2430	1779	1217	437	187	142	176
Necessi/ de nenhuma reparações (%)	53,85									
Necessi/de algumas reparações (%)	46,15									

Tabela B 6 – Percentagem de edifícios, segundo a época de construção com necessidade de reparação (Fonte: Adaptado de INE, 2002).

Necessidade reparação na cobertura	Total	Ano de Construção								
		Antes 1919	1919- 1945	1946- 1960	1961- 1970	1971- 1980	1981- 1985	1986- 1990	1991- 1995	1996- 2001
Nenhumas	53,85%	16,81%	22,47%	33,41%	43,54%	55,09%	64,80%	75,10%	82,52%	91,88%
Pequenas	22,74%	20,07%	25,26%	28,49%	29,48%	27,48%	23,98%	17,48%	11,92%	4,64%
Médias	13,69%	26,50%	25,84%	22,36%	17,94%	11,97%	7,91%	5,31%	3,87%	2,05%
Grandes	6,31%	19,67%	16,85%	10,81%	6,27%	3,93%	2,31%	1,57%	1,20%	0,95%
Muito grandes	3,40%	16,94%	9,58%	4,93%	2,78%	1,54%	0,99%	0,54%	0,48%	0,48%

Tabela B 7 – Número de edifícios, segundo a época de construção, pelo posicionamento e altura relativa face aos edifícios adjacentes (Fonte: Adaptado de INE, 2002).

Zona geográfica _Lisboa	Total	Ano de Construção								
		Antes 1919	1919- 1945	1946- 1960	1961- 1970	1971- 1980	1981- 1985	1986- 1990	1991- 1995	1996- 2001
Lisboa (18 D)	394520	21975	34732	49288	64055	79163	44117	34495	29653	37042
Edifícios isolados	128248	3438	6283	11926	18111	28220	19126	14585	12593	13966
Edifícios não isolados	266272	18537	28449	37362	45944	50943	24991	19910	17060	23076
Edifícios de gaveto ou extremo de banda	93356	5266	7605	11966	15836	18790	9118	7515	7090	10170
Outros	172916	13271	20844	25396	30108	32153	15873	12395	9970	12906
Edifícios não isolados p/ data de construção (%)	67,49	84,35	81,91	75,80	71,73	64,35	56,65	57,72	57,53	63,30

APÊNDICE C


Termossifão 200 L (1/3)									
Marca	Nacionalidade	Características técnicas				PVP (Sem Módulo Solar)	Preço "Chave-na-mão" (PVP + Comparação de Estado)	PVP (Sem Módulo Solar, 100% resistência eléctrica)	Preço "Chave-na-mão" (PVP + Comparação de Estado)
		Energia anual fornecida (kWh)*	Área (m2) /Painel	Nº de painéis	Volume útil do depósito				
Aosol	Portuguesa	1.887	1,99	1	193 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.720,00 €	1.078,30 €
Aquaterrm	-	-	-	-	-	2.800,00 €	1.158,30 €	2.678,00 €	1.036,30 €
Ariston	-	-	-	-	-	2.613,00 €	971,30 €	2.473,00 €	831,30 €
Asset	-	-	-	-	-	2.438,42 €	796,72 €	2.293,95 €	652,26 €
Astersa	Espanhola	1.576	2,01	1	200 L	2.680,00 €	1.018,30 €	2.610,00 €	968,30 €
BaxiRoca	Áustria	1.710	1,92	1	200 L	2.755,00 €	1.113,30 €	2.640,00 €	998,30 €
Calpak	Grega	1.647	2,46	1	200 L	2.694,00 €	1.052,30 €	2.584,00 €	842,30 €
Chromagen	Israelita	1.519	2,15	1	200 L	2.790,00 €	1.148,30 €	2.690,00 €	1.048,30 €
Donauer	Alema	1.535	2,16	1	190 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.720,00 €	1.078,30 €
Ensaus	Portuguesa	1.546	2,06	1	200 L	2.716,00 €	1.074,30 €	2.612,24 €	970,54 €
Fagor	Israelita	1.520	2,15	1	200 L	2.810,97 €	1.169,27 €	2.716,97 €	1.075,27 €
Falke	Turca	2.069	1,69	2	200 L	2.813,00 €	1.171,30 €	2.705,00 €	1.063,30 €
Haice	Grega	1.606	2,3	1	195 L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.713,00 €	1.071,30 €
Helionai	Grega	1.494	1,78	1	198 L	2.813,00 €	1.171,30 €	2.713,00 €	1.071,30 €
Hewalex	Suiça	1.594	1,82	1	185 L	2.808,96 €	1.167,26 €	2.710,40 €	1.068,70 €
Jacques Giordano	Francesa	1.565	1,97	1	187L	2.814,00 €	1.172,30 €	2.720,00 €	1.078,30 €

Última actualização: 04/12/2009

Módulo Solar - Quando tem equipamento de apoio não modulante (esquentador/caldeira).
Sem módulo solar, com resistência eléctrica - Quando não tem equipamento de apoio (esquentador/caldeira).

Deverá verificar se a marca se encontra disponível no distrito onde pretende instalar o sistema solar térmico.
*A energia solar anual fornecida foi calculada para Lisboa

Certificação



Solar Keymark

Quadros comparativos de produto por marca

Figura C 1 – Tabela de preços de equipamentos solares térmicos do tipo termossifão.

Circulação Forçada 300 L (3/3)									
Marca	Nacionalidade	Características técnicas				PVP (Com Módulo Solar)	Preço "Chave-na-mão" (PVP + Circulação do Sistema)	PVP (Sem Módulo Solar com resistência eléctrica)	Preço "Chave-na-mão" (PVP + Circulação do Sistema)
		Energia anual fornecida (kWh)*	Área (m2) /Painel	Nº de painéis	Volume útil do depósito				
Solarfocus	Austriaca	3.842	2,523	2	289,2 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Solarlux	Portuguesa	2.996	1,62	3	300 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Solarinox	Portuguesa	3.565	1,97	2	300 L	4.964,00 €	3.322,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Solid	Austriaca	3.542	3,802	1	400 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Solus	Portuguesa	3.379	2,06	2	290 L	4.914,00 €	3.272,30 €	4.800,00 €	3.158,30 €
Solution	Austriaca	4.065	2,49	2	380 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Sonnenkraft	Austriaca	3.909	2,21	2	292 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Suncore	Grega	3.505	2,3	2	300 L	4.800,00 €	3.158,30 €	4.640,00 €	2.998,30 €
Sunset	Alemã	3.105	1,87	2	300 L	4.964,00 €	3.322,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Thermosolar	Eslováquia	3.303	1,78	2	291 L	4.810,00 €	3.168,30 €	4.695,00 €	3.053,30 €
Tisun	Austriaca	3.814	2,36	2	298 L	4.963,00 €	3.321,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Unika	-	3.216	1,88	2	300 L	4.908,00 €	3.266,30 €	4.764,00 €	3.122,30 €
Valiant	-	-	-	-	-	4.964,00 €	3.322,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Vicoren	Alemã	2.651	2,99	1	298 L	4.805,00 €	3.163,30 €	4.713,00 €	3.071,30 €
Vulcano	Portuguesa	3.794	2,23	2	288 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €
Westech Components	-	-	-	-	-	4.960,35 €	3.318,65 €	4.841,00 €	3.199,30 €
Wikora	Alemã	3.373	1,8	2	300 L	4.708,00 €	3.066,30 €	4.576,00 €	2.936,30 €
Zentia	Turca	3.485	2,25	2	322 L	4.966,00 €	3.324,30 €	4.870,00 €	3.228,30 €

Última actualização: 04/12/2009

Módulo Solar - Quando tem equipamento de apoio não modulante (esquentador/caldeira).
Sem módulo solar, com resistência eléctrica - Quando não tem equipamento de apoio (esquentador/caldeira).

Deverá verificar se a marca se encontra disponível no distrito onde pretende instalar o sistema solar térmico.
*A energia solar anual fornecida foi calculada para Lisboa

Certificação




Figura C 2 – Tabela de preços de equipamentos solares térmicos do tipo circulação forçada.

Sistema Solar Térmico para Edifícios de Habitação Colectiva

Descrição Técnica e Selecção de Equipamento

45813-2009

Lista de Medições – Blocos A ou B

Sistema Solar - Sistema 1							
Designação	Modelo	Qt	PVP Unit	PVP			
<i>Campo de Colectores</i>							
Colectores Solares	FKC-1S	7	625.00 €	4.375.00 €			
Ligações hidráulicas p / Cobertura Plana	FS 22	1	48.00 €	48.00 €			
Estrutura Suporte 7 Painéis Verticais - Telhado Plano	TP/V7	1	1.010.00 €	1.010.00 €			
<i>Circuito Hidráulico Primário</i>							
Purgadores	ELT 5	1	75.00 €	75.00 €			
Válvula de Segurança	VS 6	1	14.25 €	14.25 €			
Grupo de Circulação Solar	AGS 10	1	400.00 €	400.00 €			
Vaso de Expansão de 50 lts	SAG 50	1	160.00 €	160.00 €			
<i>Circuito Hidráulico Secundário</i>							
Permutador de Calor	17 Placas	1	845.00 €	845.00 €			
Estabiliz. Autom. Caudal c/ Cartucho Polímero 1/2": 0,12 m3/h		8	48.00 €	384.00 €			
<i>Sistema de Controlo</i>							
Controlador Solar	B Sol 300	1	340.00 €	340.00 €			
Sonda de Temperatura NTC (10 K)	SF 4	4	9.00 €	36.00 €			
Termóstato Diferencial	B Sol 050R	8	295.00 €	2.360.00 €			
<i>Acumulação Solar</i>							
Deposito de Acumulação	SO 120-1	8	580.00 €	4.640.00 €			
Sub-Total Sistema Solar				14.687.25 €			
Sistema de Apoio							
<i>Equipamento de Apoio</i>							
Esquentador Ventilado Sensor 11 lts	WTD 11 KME	8	310.00 €	2.480.00 €			
Válvula Misturadora Termostática 3/4" M (30°- 65°)		8	53.50 €	428.00 €			
Sub-Total Sistema Apoio				2.908.00 €			
Total do Equipamento Proposto				17.595.25 €			

Figura C 3 – Orçamento cedido pela Vulcano para edifício colectivo de quatro pisos (24 inquilinos).

Ao valor total do equipamento proposto na tabela anterior foi somado 30% desse valor para cobrir custos mão-de-obra.

Sistema Solar Térmico para Edifícios de Habitação Colectiva
Descrição Técnica e Selecção de Equipamento

44181-2009

Lista de Medições

Sistema Solar - Sistema 1							
Designação	Modelo	Qt	PVP Unit	PVP			
Campo de Colectores							
Colectores Solares	FKC-1S	14	625.00 €	8.750.00 €			
Ligações hidráulicas p / Cobertura Plana	FS 22	2	48.00 €	96.00 €			
Estrutura Suporte 7 Painéis Verticais - Telhado Plano	TP/V7	2	1.010.00 €	2.020.00 €			
Circuito Hidráulico Primário							
Purgadores	ELT 5	2	75.00 €	150.00 €			
Válvula de Segurança	VS 6	2	14.25 €	28.50 €			
Grupo de Circulação Solar	AGS 20	1	600.00 €	600.00 €			
Vaso de Expansão de 80 lts	SAG 80	1	190.00 €	190.00 €			
Circuito Hidráulico Secundário							
Permutador de Calor	23 Placas	1	990.00 €	990.00 €			
Estabiliz. Autom. Caudal c/ Cartucho Polímero 1/2": 0,12 m3/h		1	48.00 €	48.00 €			
Estabiliz. Autom. Caudal c/ Cartucho Polímero 1/2": 0,15 m3/h		1	48.00 €	48.00 €			
Estabiliz. Autom. Caudal c/ Cartucho Polímero 1/2": 0,20 m3/h		2	48.00 €	96.00 €			
Estabiliz. Autom. Caudal c/ Cartucho Polímero 1/2": 0,25 m3/h		6	48.00 €	288.00 €			
Sistema de Controlo							
Controlador Solar	B Sol 300	1	340.00 €	340.00 €			
Sonda de Temperatura NTC (10 K)	SF 4	4	9.00 €	36.00 €			
Termóstato Diferencial	B Sol 050R	10	295.00 €	2.950.00 €			
Acumulação Solar							
Deposito de Acumulação	ST 90-3 E	1	800.00 €	800.00 €			
Deposito de Acumulação	ST 120-1 E	1	685.00 €	685.00 €			
Deposito de Acumulação	SK 300-1 Solar	8	1.450.00 €	11.600.00 €			
Sub-Total Sistema Solar				29.715.50 €			
Sistema de Apoio							
Equipamento de Apoio							
Caldeira Lifestar Ventilada de Águas Instantâneas	ZW 24-2 DH AE Vent	2	975.00 €	1.950.00 €			
Caldeira Lifestar Ventilada de Águas por Acumulação	ZS 24-2 DH AE Vent	8	915.00 €	7.320.00 €			
Válvula Misturadora Termostática 3/4" M (30°- 65°)		10	53.50 €	535.00 €			
Sub-Total Sistema Apoio				9.805.00 €			
Total do Equipamento Proposto				39.520.50 €			

Figura C 4 – Orçamento cedido pela Vulcano para edifício colectivo de sete pisos (42 inquilinos).

Ao valor total do equipamento proposto na tabela anterior subtraiu-se o valor de oito depósitos de acumulação do modelo SK 300-1 Solar e de um depósito ST 90-3 E, visto que os primeiros se referiram a tipologias T3 e o último a tipologia T1. A este valor somaram-se 13 depósitos ST 120-1 E, de forma a obter-se um total de 14 depósitos (14 inquilinos), e quatro termóstatos diferenciais, visto ser necessário um por inquilino. Ao valor final somou-se 30% desse valor para cobrir custos de mão-de-obra.

APÊNDICE D

Moradia - Termossifão

Tabela D 1 – Balanço energético mensal e anual – Caso Butano.

	Radiação Horizontal (kWh/m ²)	Radiação Inclinada (kWh/m ²)	Desperdiçado (kWh)	Fornecido (kWh)	Carga (kWh)	Apoio (kWh)
Janeiro	63	103	,	73	195	121
Fevereiro	81	115	,	85	176	90
Março	118	144	,	111	195	84
Abril	156	166	1	132	188	57
Maio	197	189	4	154	195	40
Junho	207	189	3	158	188	31
Julho	228	212	5	181	195	14
Agosto	210	214	5	180	195	14
Setembro	148	174	1	151	188	38
Outubro	107	147	,	122	195	73
Novembro	73	116	,	89	188	99
Dezembro	60	103	,	74	195	121
Anual	1648	1872	20,	1509	2292	782
Fracção Solar			65,90%			
Produtividade			762 kWh [m ² de colector]			
Rendimento global do sistema			41%			

Tabela D 2 – Parâmetros operacionais e económicos – Caso Butano.

Área de captação	2,0 m ²
Preço total do sistema	2814 €
Incentivos	1993 € e 796 €
Fonte de energia convencional	Butano
Poder Calorífico Inferior	12,26 kWh/m ³
Rendimento da transformação	75%
Preço da energia convencional	1,380 €/m ³ (0,150 €/kWh)
Energia convencional deslocada	1509 kWh/ano

Tabela D 3 – Síntese de resultados da análise – Caso Butano.

	Aplicação num sistema solar (€)		Aplicação financeira segura alternativa (€)	
	Com incentivos	Sem incentivos	Com incentivos	Sem incentivos
Investimento	-2814	-2814	-821	-2018
Incentivos	1993	796		
Custos energéticos evitados	7107	7107		
Manutenção	-737	-737		
Reinvestimentos	2882	2882		
Rendimento			1158	2949
Reparações	-185	-185		
Restituição do capital			821	2018
Valor residual em fim-de-vida	231	231		
Benefícios finais	8477	7280	1979	4867

Tabela D 4 – Análise de rentabilidade – Caso Butano.

	Valor actualizado líquido (€)		Rentabilidade média anual (%)	
	Com incentivos	Sem incentivos	Com incentivos	Sem incentivos
Sistema solar	4353	2425	5,6	4,8
Aplicação alternativa	387	952	4,5	4,5

Avaliação: Investimento em energia solar compensador e atractivo em ambos os casos (com e sem incentivos) (melhor que aplicação alternativa)

Tabela D 5 – Relatório Ambiental – Caso Butano.

Consumo de energia primária de origem fóssil	2,01 MWh/ano (164 kg de Butano/ano)
Emissões de gases com efeito de estufa	472 kg CO ₂ equivalente/ano (dos quais 471 kg CO ₂ /ano)

Tabela D 6 – Parâmetros operacionais e económicos – Caso Gás Natural.

Área de captação	2,0 m ²
Preço total do sistema	2814 €
Incentivos	1993 € e 796 €
Fonte de energia convencional	Gás Natural
Poder Calorífico Inferior	10,53 kWh/m ³
Rendimento da transformação	75%
Preço da energia convencional	0,850 €/m ³ (0,108 €/kWh)
Energia convencional deslocada	1509 kWh/ano

Tabela D 7 – Síntese de resultados da análise – Caso Gás Natural.

	Aplicação num sistema solar (€)		Aplicação financeira segura alternativa (€)	
	Com incentivos	Sem incentivos	Com incentivos	Sem incentivos
Investimento	-2814	-2814	-821	-2018
Incentivos	1993	796		
Custos energéticos evitados	5097	5097		
Manutenção	-737	-737		
Reinvestimentos	1934	1934		
Rendimento			1158	2849
Reparações	-185	-185		
Restituição do capital			821	2018
Valor residual em fim-de-vida	231	231		
Benefícios finais	5519	4322	1979	4867

Tabela D 8 – Análise de rentabilidade – Caso Gás Natural.

	Valor actualizado líquido (€)		Rentabilidade média anual (%)	
	Com incentivos	Sem incentivos	Com incentivos	Sem incentivos
Sistema solar	2548	620	3,3	2,1
Aplicação alternativa	387	952	4,5	4,5

Avaliação: Investimento em energia solar compensador e atractivo em ambos os casos (com e sem incentivos) (melhor que aplicação alternativa)

Tabela D 9 – Relatório Ambiental – Caso Gás Natural.

Consumo de energia primária de origem fóssil	2,01 MWh/ano (191 m ³ de Gás Natural/ano)
Emissões de gases com efeito de estufa	479 kg CO ₂ equivalente/ano (dos quais 464 kg CO ₂ /ano)

Moradia - Sistema de Circulação Forçada**Tabela D 10 – Balanço energético mensal e anual – Caso de estudo.**

	Radiação Horizontal (kWh/m²)	Radiação Inclinada (kWh/m²)	Desperdiçado (kWh)	Fornecido (kWh)	Carga (kWh)	Apoio (kWh)
Janeiro	63	101	,	84	195	111
Fevereiro	81	114	,	87	176	89
Março	118	144	,	109	195	86
Abril	156	167	,	126	188	62
Maio	197	192	,	146	195	48
Junho	207	193	,	148	188	41
Julho	228	216	,	169	195	25
Agosto	210	217	,	173	195	22
Setembro	148	174	,	142	188	46
Outubro	107	145	,	117	195	77
Novembro	73	115	,	92	188	97
Dezembro	60	100	,	82	195	113
Anual	1648	1877	,	1474	2292	818
Fracção Solar				64,3 %		
Produtividade				652 kWh/ [m ² colector]		
Rendimento global do sistema				35%		

Tabela D 11 – Balanço energético mensal e anual – Colector padrão.

	Radiação Horizontal (kWh/m²)	Radiação Inclinada (kWh/m²)	Desperdiçado (kWh)	Fornecido (kWh)	Carga (kWh)	Apoio (kWh)
Janeiro	63	101	,	47	195	147
Fevereiro	81	114	,	49	176	127
Março	118	144	,	61	195	134
Abril	156	167	,	69	188	119
Maio	197	192	,	81	195	113
Junho	207	193	,	84	188	105
Julho	228	216	,	97	195	98
Agosto	210	217	,	99	195	96
Setembro	148	174	,	82	188	106
Outubro	107	145	,	68	195	126
Novembro	73	115	,	53	188	135
Dezembro	60	100	,	48	195	147
Anual	1648	1877	,	839	2292	1453
Fracção Solar				36,6%		
Produtividade				280 kWh/[m ² colector]		
Rendimento global do sistema				15%		

Tabela D 12 – Parâmetros operacionais e económicos.

Área de captação	2,23 m ²
Preço total do sistema	4966 €
Incentivos	2438 € e 796 €
Fonte de energia convencional	Butano
Poder Calorífico Inferior	12,26 kWh/m ³
Rendimento da transformação	75%
Preço da energia convencional	1,380 €/m ³ (0,150 €/kWh)
Energia convencional deslocada	1474 kWh/ano

Tabela D 13 – Síntese de resultados da análise.

	Aplicação num sistema solar (€)		Aplicação financeira segura alternativa (€)	
	Com incentivos	Sem incentivos	Com incentivos	Sem incentivos
Investimento	-4966	-4966	-2327	-4170
Incentivos	2639	796		
Custos energéticos evitados	6942	6942		
Manutenção	-1300	-1300		
Reinvestimentos	2469	2469		
Rendimento			3285	5887
Reparações	-326	-326		
Restituição do capital			2327	4170
Valor residual em fim-de-vida	407	407		
Benefícios finais	5864	4021	5612	10057

Tabela D 14 – Análise de rentabilidade.

	Valor actualizado líquido (€)		Rentabilidade média anual (%)	
	Com incentivos	Sem incentivos	Com incentivos	Sem incentivos
Sistema solar	1252	-1716	0,9	-
Aplicação alternativa	1098	1967	4,5	4,5

Avaliação: Investimento em energia solar compensador e atractivo no caso com incentivos (melhor que aplicação alternativa) e não compensador nas condições deste cenário sem incentivos, de um ponto de vista puramente económico.

Tabela D 15 – Relatório Ambiental.

Consumo de energia primária de origem fóssil	1,97 MWh/ano (160 kg de Butano/ano)
Emissões de gases com efeito de estufa	461 kg CO ₂ equivalente/ano (dos quais 460 kg CO ₂ /ano)

Edifício colectivo de quatro pisos - Termossifão

Tabela D 16 – Balanço energético mensal e anual.

	Radiação Horizontal (kWh/m ²)	Radiação Inclinada (kWh/m ²)	Desperdiçado (kWh)	Fornecido (kWh)	Carga (kWh)	Apoio (kWh)
Janeiro	63	109	,	756	1557	801
Fevereiro	81	118	,	858	1406	549
Março	118	144	7,	1031	1557	526
Abril	156	160	4,	1194	1507	313
Maio	197	177	18,	1305	1557	252
Junho	207	174	17,	1313	1507	194
Julho	228	197	25,	1491	1557	66
Agosto	210	204	45,	1491	1557	66
Setembro	148	172	25,	1291	1507	216
Outubro	107	149	3,	1166	1557	392
Novembro	73	122	,	913	1507	594
Dezembro	60	109	,	760	1557	797
Anual	1648	1834	144,	13568	18335	4766
Fracção Solar				74%		
Produtividade				857 kWh/[m ² colectar]		
Rendimento global do sistema				47%		

Tabela D 17 – Parâmetros operacionais e económicos.

Área de captação	15,8 m ²
Preço total do sistema	22512 €
Incentivos	15947 € e 6368 €
Fonte de energia convencional	Butano
Poder Calorífico Inferior	12,26 kWh/m ³
Rendimento da transformação	75%
Preço da energia convencional	1,380 €/m ³ (0,150 €/kWh)
Energia convencional deslocada	13568 kWh/ano

Tabela D 18 – Síntese de resultados da análise.

	Aplicação num sistema solar (€)		Aplicação financeira segura alternativa (€)	
	Com incentivos	Sem incentivos	Com incentivos	Sem incentivos
Investimento	-22512	-22512	-6565	-16144
Incentivos	15947	6368		
Custos energéticos evitados	63884	63884		
Manutenção	-5894	-5894		
Reinvestimentos	26366	26366		
Rendimento			9268	22791
Reparações	-1477	-1477		
Restituição do capital			6565	16144
Valor residual em fim-de-vida	1844	1844		
Benefícios finais	78158	68579	15833	38935

Tabela D 19 – Análise de rentabilidade.

	Valor actualizado líquido (€)		Rentabilidade média anual (%)	
	Com incentivos	Sem incentivos	Com incentivos	Sem incentivos
Sistema solar	41133	25708	6,3	5,6
Aplicação alternativa	3097	7617	4,5	4,5

Avaliação: Investimento em energia solar compensador e atractivo em ambos os casos (com e sem incentivos) (melhor que aplicação alternativa).

Tabela D 20 – Relatório Ambiental.

Consumo de energia primária de origem fóssil	18,09 MWh/ano (1476 kg de Butano/ano)
Emissões de gases com efeito de estufa	4,2 ton CO ₂ equivalente/ano (dos quais 4,2 ton CO ₂ /ano)

Edifício colectivo de quatro pisos – Sistema de Circulação Forçada (Captação comum e depósitos de armazenamento individuais por inquilino)

Tabela D 21 – Balanço energético mensal e anual.

	Radiação Horizontal (kWh/m ²)	Radiação Inclinada (kWh/m ²)	Desperdiçado (kWh)	Fornecido (kWh)	Carga (kWh)	Apoio (kWh)
Janeiro	63	104	,	734	1557	824
Fevereiro	81	115	,	783	1406	624
Março	118	144	,	950	1557	697
Abril	156	166	,	1092	1507	415
Maio	197	189	,	1228	1557	329
Junho	207	189	,	1240	1507	267
Julho	228	212	,	1410	1557	147
Agosto	210	214	,	1429	1557	128
Setembro	148	174	,	1210	1507	297
Outubro	107	147	,	1043	1557	514
Novembro	73	117	,	827	1507	679
Dezembro	60	103	,	731	1557	826
Anual	1648	1874	,	12678	18335	5657
Fracção Solar			69,1 %			
Produtividade			812 kWh/ [m ² colector]			
Rendimento global do sistema			43%			

Tabela D 22 – Parâmetros operacionais e económicos.

Área de captação	15,8 m ²
Preço total do sistema	22874 €
Incentivos	6862 €
Fonte de energia convencional	Butano
Poder Calorífico Inferior	12,26 kWh/m ³
Rendimento da transformação	75%
Preço da energia convencional	1,380 €/m ³ (0,150 €/kWh)
Energia convencional deslocada	12583 kWh/ano

Tabela D 23 – Síntese de resultados da análise.

	Aplicação num sistema solar (€)	Aplicação financeira segura alternativa (€)
	Sem incentivos	Sem incentivos
Investimento	-22874	-16012
Incentivos	6862	
Custos energéticos evitados	59244	
Manutenção	-5989	
Reinvestimentos	24330	
Rendimento		22604
Reparações	-1501	
Restituição do capital		16012
Valor residual em fim-de-vida	1874	
Benefícios finais	61736	38616

Tabela D 24 – Análise de rentabilidade

	Valor actualizado líquido (€)	Rentabilidade média anual (%)
	Sem incentivos	Sem incentivos
Sistema solar	21664	5,0
Aplicação alternativa	7554	4,5

Avaliação: Investimento em energia solar compensador nestas condições e atractivo (melhor que aplicação alternativa)

Tabela D 25 – Relatório ambiental.

Consumo de energia primária de origem fóssil	16,9 MWh/ano (1379 kg de Butano/ano)
Emissões de gases com efeito de estufa	4,0 ton CO ₂ equivalente/ano (dos quais 4,0 ton CO ₂ /ano)

Edifício colectivo de sete pisos - Termossifão

Tabela D 26 – Balanço energético mensal e anual.

	Radiação Horizontal (kWh/m ²)	Radiação Inclinada (kWh/m ²)	Desperdiçado (kWh)	Fornecido (kWh)	Carga (kWh)	Apoio (kWh)
Janeiro	63	109	,	1323	2725	1402
Fevereiro	81	118	,	1501	2461	961
Março	118	144	13,	1804	2725	921
Abril	156	160	6,	2089	2637	548
Mai	197	177	32,	2284	2725	442
Junho	207	174	29,	2298	2637	340
Julho	228	197	45,	2609	2725	116
Agosto	210	204	78,	2610	2725	115
Setembro	148	172	43,	2258	2637	379
Outubro	107	149	6,	2040	2725	685
Novembro	73	122	,	1598	2637	1039
Dezembro	60	109	,	1330	2725	1395
Anual	1648	1834	252,	23745	32086	8341
Fracção Solar				74,0 %		
Produtividade				857 kWh / [m ² colector]		
Rendimento global do sistema				47%		

Tabela D 27 – Parâmetros operacionais e económicos.

Área de captação	27,7 m ²
Preço total do sistema	39396 €
Incentivos	27907 € e 11144 €
Fonte de energia convencional	Butano
Poder Calorífico Inferior	12,26 kWh/m ³
Rendimento da transformação	75%
Preço da energia convencional	1,380 €/m ³ (0,150 €/kWh)
Energia convencional deslocada	23745 kWh/ano

Tabela D 28 – Síntese de resultados da análise.

	Aplicação num sistema solar (€)		Aplicação financeira segura alternativa (€)	
	Com incentivos	Sem incentivos	Com incentivos	Sem incentivos
Investimento	-39396	-39396	-11489	-28252
Incentivos	27907	11144		
Custos energéticos evitados	111796	111796		
Manutenção	-10315	-10315		
Reinvestimentos	46141	46141		
Rendimento			16219	39884
Reparações	-2585	-2585		
Restituição do capital			11489	28252
Valor residual em fim-de-vida	3228	3228		
Benefícios finais	136776	120013	27707	68136

Tabela D 29 – Análise de rentabilidade.

	Valor actualizado líquido (€)		Rentabilidade média anual (%)	
	Com incentivos	Sem incentivos	Com incentivos	Sem incentivos
Sistema solar	71982	44988	6,3	5,6
Aplicação alternativa	5420	13329	4,5	4,5

Avaliação: Investimento em energia solar compensador e atractivo em ambos os casos (com e sem incentivos) (melhor que aplicação alternativa)

Tabela D 30 – Relatório Ambiental.

Consumo de energia primária de origem fóssil	31,66 MWh/ano (2582 kg de Butano/ano)
Emissões de gases com efeito de estufa	7,4 ton CO ² equivalente/ano (dos quais 7,4 ton CO ² /ano)

Edifício colectivo de sete pisos - Sistema de Circulação Forçada (Captação comum e depósitos de armazenamento individuais por inquilino)

Tabela D 31 – Balanço energético mensal e anual.

	Radiação Horizontal (kWh/m ²)	Radiação Inclinada (kWh/m ²)	Desperdiçado (kWh)	Fornecido (kWh)	Carga (kWh)	Apoio (kWh)
Janeiro	63	106	,	1448	2725	1278
Fevereiro	81	117	,	1526	2461	935
Março	118	144	,	1803	2725	923
Abril	156	164	,	2047	2637	591
Maio	197	185	,	2249	2725	476
Junho	207	184	,	2259	2637	378
Julho	228	208	,	2558	2725	167
Agosto	210	211	,	2587	2725	138
Setembro	148	174	,	2246	2637	391
Outubro	107	148	,	2003	2725	723
Novembro	73	119	,	1626	2637	1011
Dezembro	60	105	,	1452	2725	1273
Anual	1648	1866	,	23803	32086	8282
Fracção Solar				74,2 %		
Produtividade				752 kWh/ [m ² colector]		
Rendimento global do sistema				40%		

Tabela D 32 – Parâmetros operacionais e económicos.

Área de captação	31,6 m ²
Preço total do sistema	48367 €
Incentivos	14510 €
Fonte de energia convencional	Butano
Poder Calorífico Inferior	12,26 kWh/m ³
Rendimento da transformação	75%
Preço da energia convencional	1,380 €/m ³ (0,150 €/kWh)
Energia convencional deslocada	23803 kWh/ano

Tabela D 33 – Síntese de resultados da análise.

	Aplicação num sistema solar (€)	Aplicação financeira segura alternativa (€)
	Sem incentivos	Sem incentivos
Investimento	-48367	-33857
Incentivos	14510	
Custos energéticos evitados	112073	
Manutenção	-12664	
Reinvestimentos	44780	
Rendimento		47796
Reparações	-3173	
Restituição do capital		33857
Valor residual em fim-de-vida	3963	
Benefícios finais	111121	81653

Tabela D 34 – Análise de rentabilidade.

	Valor actualizado líquido (€)	Rentabilidade média anual (%)
	Sem incentivos	Sem incentivos
Sistema solar	28537	4,0
Aplicação alternativa	17562	4,5

Avaliação: Investimento em energia solar compensador nestas condições e atractivo (melhor que aplicação alternativa)

Tabela D 35 – Relatório Ambiental.

Consumo de energia primária de origem fóssil	31,74 MWh/ano (2589 kg de Butano/ano)
Emissões de gases com efeito de estufa	7,4 ton CO ² equivalente/ano (dos quais 7,4 ton CO ² /ano)